

Book chapter ini berisi kumpulan artikel yang secara umum membahas konten filsafat pendidikan matematika yang memuat pandangan matematika, analisis sifat pembelajaran matematika, dan tujuan pendidikan matematika. Melalui pembahasan tentang perspektif filsafat dalam pendidikan dapat dipahami landasan teoritis untuk pendidikan matematika yang terdiri dari teori kurikulum matematika, pengajaran matematika, pembelajaran matematika, pemecahan masalah, evaluasi pendidikan matematika, keterampilan dalam pendidikan matematika, dan bahkan teori yang membahas hubungannya dengan aspek sosial. Melalui perspektif filosofis yang disajikan dalam buku ini, diharapkan para peneliti, pemerhati, dan praktisi Pendidikan matematika mengembangkan dan menerapkan nilai-nilai tertentu yang dapat dituangkan dalam karya atau pengajaran matematika di kelas. Dalam konteks ini, secara khusus bagi para pendidik matematika, pemahaman perspektif filosofis diharapkan dapat memberikan dampak terhadap kualitas dan pemahaman tentang penanaman nilai-nilai pengajaran matematika yang baik sehingga dapat menghasilkan individu yang memahami makna matematika dan nilai-nilai dari berbagai sudut pandang yang terkandung didalamnya.

PERSPEKTIF FILOSOFIS PENDIDIKAN MATEMATIKA

Perspektif Filosofis Pendidikan Matematika

Yusuf Fuad
Mega Teguh Budiarto
Editor

Yusuf Fuad
Dewi Lutfiati
Dedi Rahman Siolimbona
Elly Anjarsari
Valeria Suryani Kurnila
Achmad Dhany Fachrudin
Iesyah Rodliyah

Dewi Sukriyah
Alfa Charisma Sarjono Pello
Muhamad Badrul Mutammam
Mega Teguh Budiarto
Soffil Widadah
Farman

penerbit



Anggota



ISBN 978-623-92581-3-9



penerbit



Perspektif Filosofis dalam Pendidikan Matematika

Yusuf Fuad
Dewi Lutfiati
Dedi Rahman Siolimbona
Elly Anjarsari
Valeria Suryani Kurnila
Achmad Dhany Fachrudin
Iesyah Rodliyah

Dewi Sukriyah
Alfa Charisma Sarjono Pello
Muhamad Badrul Mutammam
Mega Teguh Budiarto
Soffil Widadah
Farman

Penerbit Numerasia

Perspektif Filosofis dalam Pendidikan Matematika

Penulis :

Yusuf Fuad
Dewi Lutfiati
Dedi Rahman Siolimbona
Elly Anjarsari
Valeria Suryani Kurnila
Achmad Dhany Fachrudin
Iesyah Rodliyah

Dewi Sukriyah
Alfa Charisma Sarjono Pello
Muhamad Badrul Mutammam
Mega Teguh Budiarto
Soffil Widadah
Farman

Editor :

Dr. Yusuf Fuad, M.App.Sc.
Prof. Dr. Mega Teguh Budiarto, M.Pd.

ISBN:

978-623-92581-3-9

Dimensi Buku:

15,5 x 23 cm
vi + 265 halaman

Diterbitkan oleh:



Penerbit Numerasia

Taman Surya Kencana, Venus C24, Tulangan Sidoarjo

No. Anggota IKAPI 351/JTI/2022

yayasannumerasi@gmail.com

<https://www.numerasia.or.id/>

@2023

Hak Cipta dilindungi undang - undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin dari penerbit.

Undang - undang nomor 19 tahun 2002 tentang hak cipta.

Bab XII ketentuan pidana pasal 71 ayat (1), (2) dan (6)

Kata Pengantar

Meskipun matakuliah *Filsafat Matematika* sudah diberikan di jenjang S1 Matematika maupun S1 Pendidikan Matematika sejak sekitar 2014, ketika FMIPA Unesa memperoleh dana hibah tahun-jamak untuk program Pendidikan Guru MIPA Bertaraf Internasional (PGMIPABI), namun matakuliah ini baru diberikan kepada mahasiswa S3 Pendidikan Matematika Unesa mulai Angkatan 2020. Pemberian matakuliah filsafat, khususnya filsafat pendidikan matematika, kepada mahasiswa S3 dimaksudkan untuk menumbuhkembangkan kemampuan berpikir argumentatif-kritis, inovatif, kreatif, dan berpikir lateral-divergen dalam mengusahakan alternatif-alternatif solusi dari permasalahan yang dihadapi dalam penyelesaian disertai maupun dalam tuntutan publikasi artikel yang bereputasi. Dari penjelajahan lorong-lorong filsafat atau filsafat pendidikan matematika, diharapkan mahasiswa semakin berkompeten dan terampil berkomunikasi aktif-kritis-argumentatif, serta dapat menerapkan keterampilan berpikir logis-matematis ketika dituntut harus menerapkan keterampilan analisis-sintesis yang kritis inovatif dalam mereview berbagai artikel dari Jurnal Internasional Bereputasi.

Buku ini merupakan suatu bunga rampai (*book chapters*) yang dijilid ber-ISBN, dan berdasarkan tagihan-tagihan dari *project-based learning* yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa S3 Pendidikan Matematika pada perkuliahan Filsafat Pendidikan Matematika di Unesa. Proyek-proyek tersebut sudah ditentukan topik yang telah disediakan oleh dosen pengampu setelah adanya kesepakatan atau konsensus dari rencana pembelajaran semester (RPS) pada

pertemuan awal perkuliahan luring (*offline*) dengan tetap disiplin bermasker. Topik *project-based learning* yang harus dipilih oleh setiap mahasiswa diusahakan secara perlahan membimbing untuk memasuki medan filsafat maupun filsafat pendidikan matematika. Kemudian setiap mahasiswa, dengan tetap mengikuti perkuliahan luring secara rutin dan disiplin, wajib menyelesaikan tagihan-tagihan yang terdiri dari: (1) tagihan *essay-assignment* berupa penyelesaian tertulis permasalahan yang diberikan (*case-study problem*), (2) tagihan presentasi hasil dari pembahasan terkait topik terpilih, yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan presentasi berbasis *power-point* yang atraktif-menarik, serta terampil dalam berdiskusi, berdebat, dan mempertahankan pemikiran dengan argumen yang rasional-logis, (3) *mid-test* dengan model *a hybrid test*, terdiri dari tes tulis luring (*offline*) selama 75 menit dan *a take-home test* dengan rentang waktu penyelesaian yang telah ditentukan, dan (4) tagihan UAS berupa makalah semi-artikel berdasarkan permasalahan yang sudah disepakati.

Khususnya, tagihan UAS harus dijilid dalam bentuk buku formal ber-ISBN. Buku tersebut merupakan kompilasi dari setiap tagihan mahasiswa, dan diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai koleksi pribadi setiap mahasiswa, maupun sebagai bahan ajar perkuliahan maupun sumber pustaka secara terbatas untuk program studi pendidikan matematika jenjang S1, S2, dan S3 selingkung Unesa.

Pada Prodi S2 & Prodi S3 Pendidikan Matematika Unesa, karena matakuliah Filsafat Pendidikan Matematika masih relatif baru, sehingga kecuali alumni prodi S1 Matematika atau Prodi S1 Pendidikan Matematika Unesa, sangat mungkin mahasiswa juga belum pernah memperoleh

matakuliah sejenis ketika studi di jenjang S1 maupun S2. Dengan asumsi tersebut, disain matakuliah ini lebih memotivasi mahasiswa, dengan aktif *self-searching* dan *self-surfing* berbasis internet, untuk menjadi calon pendidik matematika maupun peneliti pendidikan matematika yang memiliki landasan filosofis maupun teoritis terkait ranah kognitif, psikomotor dan afektif yang secara berkelanjutan untuk selalu meningkatkan kualitas kemampuan *problem-solving* yang dapat bermanfaat dalam menghadapi bervariasi tantangan dan tuntutan dunia kerja di masa depan.

Setiap mahasiswa dimaksudkan agar lebih memiliki kemampuan analisis-sintesis untuk menyelesaikan tugas-tugas akhir yang menjadi syarat minimal dalam penyelesaian studi S3-nya, yaitu penyelesaian disertasi dan target publikasi artikel pada Jurnal Internasional Bereputasi. Kondisi factual, harus diakui bahwa substansi maupun esensi dari kompilasi artikel dalam bunga rampai ini masih belum optimal dan belum sesuai dengan yang diharapkan, khususnya kualitas hasil analisis-sintesis maupun hasil pengembangan inovasi-kritis-kreativitas dari setiap kontributor. Kondisi ini dialamatkan kepada para penulis yang memang sangat heterogen dan sangat bervariasi kemampuan dalam aspek *reading* maupun *writing (in English)*, yang sesuai dengan rekam jejak akademik maupun perguruan tinggi asal (*homebase*) dari masing-masing mahasiswa S3. Sedangkan dari aspek matematika, masing-masing mahasiswa S3 masih diajak berkelana dan membuka wawasan berpikir filosofis untuk menyadari bahwa matematika bukan identik dengan hitung-menghitung pada operasi bilangan tertentu, dan hanya dengan alternatif tes yang selalu berbentuk pilihan ganda (*multiple choice*). Tentu

saja dalam matematika dapat ditemukan sangat beragam dan sangat luas sekali tuntutan dan tantangan dari problematikanya, dan tentu saja beserta berbagai alternatif penyelesaian permasalahan tersebut secara riil, dan fisibel implementasinya.

Meskipun proses *review* dan *editing* dari setiap artikel yang terkompilasi dalam buku ini masih belum memenuhi kualitas kecermatan dan kesempurnaan, namun tidak lupa apresiasi dan penghargaan yang tinggi harus diberikan kepada setiap kontributor aktif sampai terwujudnya buku ini. Semoga buku ini bisa memberikan pengalaman yang mampu membuka wawasan baru terkait peran penting filsafat pendidikan matematika, dan positif dapat mendukung penelitian dalam pendidikan matematika bagi setiap mahasiswa S3 yang telah aktif berpartisipasi dalam penerbitan buku ini sehingga dapat lebih mengakselerasi penyelesaian studi S3-nya. Akhirnya, semoga buku ini bermanfaat bagi setiap kontributor artikel serta para pembaca semuanya.

Surabaya, Januari 2023

Dr. Yusuf Fuad, M.App.Sc.

Salam matematika,

=YF=

Prakata

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penyusunan buku dengan judul **Perspektif Filosofis Pendidikan Matematika** dapat diselesaikan. Buku ini merupakan karya tim penulis dari Mahasiswa Program Doktor Pacasarjana Pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya Tahun 2022.

Buku ini membahas beberapa artikel yang berkaitan dengan epistemologi, ontologi dan aksiologi pada filsafat pendidikan matematika. Buku ini memuat sebelas bab dari pembahasan filsafat pendidikan matematika yang meliputi (1) Filsafat pendidikan matematika: membentuk landasan teoritis pendidikan matematika; (2) Transformasi kritis filsafat pendidikan matematika; (3) Pentingkah filsafat sebagai fondasi reformasi kurikulum pada matematika?; (4) Filosofi pendidikan etika dalam matematika: *mathematics for social justice atau ethics in mathematics?*; (5) Matematika konteks tradisi dan histori: denunsiasi argumentasi durasi vs substansi; (6) Filsafat pendidikan matematika: jawaban dari semua tantangan pendidikan; (7) Rekomendasi Imajinasi dalam Filosofi Matematika pada Pendidikan Matematika; (8) Perdebatan kurikulum pendidikan matematika di pandang dari filsafat pendidikan matematika; (9) Interaksi antara Psikologi dan Pendidikan Matematika; (10) Nilai-nilai Pengajaran Matematika dalam Kurikulum Matematika Sekolah; dan (11) Kontribusi Stephen Lerman dalam Filsafat Pendidikan Matematika.

Akhir kata, penulis berharap semoga buku ini dapat menambah referensi dan wawasan bagi mahasiswa pendidikan matematika, guru matematika dan masyarakat yang menggemari matematika. Penulis sadar bahwa buku

ini belum sempurna, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaan.

Surabaya, Januari 2023

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Prakata	vii
Daftar Isi	ix
KONTRIBUSI STEPHEN LERMAN DALAM FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA	1
FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA: MEMBENTUK LANDASAN TEORITIS PENDIDIKAN MATEMATIKA ..	28
TRANSFORMASI KRITIS FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA	54
PENTINGKAH FILSAFAT SEBAGAI FONDASI REFORMASI KURIKULUM PADA MATEMATIKA?	76
FILOSOFI PENDIDIKAN ETIKA DALAM MATEMATIKA: <i>MATHEMATICS FOR SOCIAL JUSTICE</i> ATAU <i>ETHICS IN MATHEMATICS?</i>	105
MATEMATIKA KONTEKS TRADISI DAN HISTORI: DENUNSIASI ARGUMENTASI DURASI VS SUBSTANSI	131
FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA: JAWABAN DARI SEMUA TANTANGAN PENDDIDIKAN	158
REKOMENDASI IMAJINASI DALAM FILOSOFI MATEMATIKA PADA PENDIDIKAN MATEMATIKA..	169
PERDEBATAN KURIKULUM PENDIDIKAN MATEMATIKA DIPANDANG DARI FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA	188

INTERAKSI ANTARA PSIKOLOGI DAN PENDIDIKAN
MATEMATIKA 215

NILAI-NILAI PENGAJARAN MATEMATIKA DALAM
KURIKULUM MATEMATIKA SEKOLAH 246

KONTRIBUSI STEPHEN LERMAN DALAM FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA

Yusuf Fuad & Dewi Lutfiati

yusuffuad@unesa.ac.id, dewilutfiati@unesa.ac.id

Abstrak

Filsafat pendidikan matematika telah berkembang menjadi suatu subbidang penelitian yang sangat atraktif dan diminati banyak peneliti. Salah satu motivasi kuat dari perkembangan tersebut adalah banyaknya peneliti yang berupaya menemukan landasan teori atau pedagogi baru untuk menjawab berbagai permasalahan krusial dalam pendidikan matematika, dan permasalahan terkait kesulitan-kesulitan belajar yang sering dialami siswa dalam belajar matematika. Artikel ini membahas dua masalah utama, yaitu status dan hakikat filsafat pendidikan matematika sebagai subbagian penelitian dalam pendidikan matematika, dan kontribusi Stephen Lerman untuk subbidang filsafat pendidikan matematika. Berdasarkan domain yang lebih sempit, filsafat pendidikan matematika dapat diinterpretasikan sebagai tujuan dan rasional pentingnya pembelajaran matematika. Interpretasi tersebut melibatkan berbagai permasalahan, antara lain peran pendidik, peran peserta didik, dan peran matematika dalam masyarakat dan nilai-nilai yang mendasari kelompok-kelompok sosial yang relevan, yang tentu saja selain pembelajaran matematika serta tujuan dan alasan yang mendasari kajian tersebut. Sebagai upaya untuk memperoleh solusi dari masalah-masalah tersebut, Stephen Lerman mengeksplorasi relevansi kemajuan terbaru dalam filsafat matematika yang berkaitan erat dengan pembelajaran matematika, terutama aspek teori dan pedagoginya. Lebih lanjut, pada domain

yang lebih luas, filsafat pendidikan matematika dapat melahirkan serangkaian pertanyaan yang lebih jauh dan lebih luas, antara lain: Apakah matematika itu? Bagaimanakah hubungan matematika dengan masyarakat? Apakah belajar matematika itu? Apakah pembelajaran matematika itu? Bagaimanakah status pendidikan matematika sebagai bidang keilmuan tersendiri? Dalam kontribusi Stephen Lerman, pertanyaan-pertanyaan yang lebih luas tersebut didiskusikan berdasarkan sampel, yang dipilih secara purposive sampling, 22 karya yang telah dipublikasikan dalam rentang waktu 1983–2012. Akhirnya, dengan pendekatan bottom up dan pendekatan top down, kontribusi masif dari Stephen Lerman pada aspek estimologi, etika, filosofi sosial, metodologi dalam pendidikan matematika, serta filsafat pendidikan matematika, telah berhasil untuk meminimalkan aspek-aspek penyempitan makna dan miskin-keringnya pengembangan subbidang filsafat pendidikan matematika.

Kata kunci: Epistemologi, filsafat pendidikan matematika, filsafat sosial, pembelajaran, matematika, pendekatan top down.

PENDAHULUAN: APA ITU FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA?

Paul Ernest (Paul) lahir di New York, merupakan seorang profesor (emeritus) dari Univeristy of Exeter sejak tahun 2005, dan berintegritas tinggi dalam bidang filsafat matematika dan pendidikan matematika. Paul merupakan salah satu pakar yang sangat berdedikasi dan profesional di bidang pendidikan matematika maupun bidang fisalafat pendidikan matematika. Paul adalah penulis buku filsafat pendidikan yang terkenal dan berjudul *The Philosophy of*

Mathematics Education, yang diterbitkan oleh The Falmer Press, London pada tahun 1991. Paul, secara sendiri maupun berkolaborasi dengan para koleganya, sangat konsisten mempublikasi banyak artikel pada jurnal-jurnal internasional. Selain itu Paul juga sangat sering menjadi pembicara, promotor, dosen tamu, serta menjadi editor dari beberapa buku terkait filsafat pendidikan matematika. Dalam pengertian yang sederhana, pendidikan matematika adalah semua praktik atau aktivitas mengajar terkait matematika. Sedangkan filsafat dari beberapa bidang atau domain adalah tujuan, alasan atau rasional yang mendasarinya. Oleh karena itu, pengertian paling sederhana dari filsafat pendidikan matematika adalah segala aktivitas yang menyangkut tujuan dan rasional yang digunakan untuk melakukan praktik pembelajaran matematika (Ernest, 1991; Ernest, 2018).

Artikel ini membahas artikel utama yang berjudul "The philosophy of mathematics education and Stephen Lerman's contribution." yang dipublikasikan oleh Ernest (2015). Urgensi dari membahas, menyadur atau mereview artikel tersebut disebabkan Ernest, seorang pakar dalam bidang filsafat pendidikan matematika, sangat memberikan tempat khusus dalam mendiskusikan, menggarisbawahi dan menegaskan pokok-pokok pemikiran dari Stephen Lerman (Steve). Selain itu Paul begitu antusias dan berenergi, sebagai penghargaan dan ucapan terimakasih akademiknya yang tulus dan mendalam, menegaskan dukungan kuat dari Steve terhadap karya-karyanya maupun sumbangsih dalam peneguhan status dan pengembangan filsafat pendidikan matematika. Dengan demikian, secara sederhana artikel ini

membahas atau mereview artikel hasil kajian dari Ernest (2015). Sangat menarik dan penting bahwa untuk sumber-sumber kajiannya, Paul menggunakan sumber rujukan yang terdiri dari 3 artikelnya sendiri yang dipublikasikan pada tahun 1991, 1994 & 2012, 4 artikel dengan penulis selain yang ditulis oleh Ernest atau Lerman, misalnya yang ditulis oleh Bernstein, B., Brown, S.I., Cockcroft, W.H., dan Lakatos, I., dan dipilih sebagai sampelnnya sebanyak 22 publikasi oleh Paul dalam rentang waktu 1983–2012, yang terdiri dari: sebuah disertasi Ph.D. (1986), 15 artikel yang dipublikasikan secara individual (1983 & 1986–2012), 3 artikel yang dipublikasikan berkolaborasi oleh Lerman sebagai penulis utama (2010, 2003a & 2003b), dan 3 artikel yang dipublikasi oleh Lerman sebagai penulis kedua (1997, 2003 & 2008). Dengan demikian bisa dicatat bahwa artikel Ernest (2015) sangat mengutamakan konsistensi, keberlanjutan, integritas, dan dedikasi pada fokus bidang yang menjadi minat keahliannya.

Untuk mengkaji kontribusi dari Steve terhadap filsafat pendidikan matematika, pertama-tama diperlukan untuk memetakan domain (ranah) dan medan kajian secara singkat, karena pertanyaan tentang apa yang dimaksudkan dengan filsafat pendidikan matematika bukanlah tanpa multi-perspektif jawaban dan ambiguitas. Ada pengertian sempit yang dapat diterapkan dalam menafsirkan kata filsafat dan pendidikan matematika. Filsafat dari beberapa bidang atau domain dapat dipahami sebagai tujuan atau alasan rasionalnya. Sedangkan pendidikan matematika dapat diartikan, dalam arti yang paling sederhana dan paling konkrit, menyangkut aktivitas atau praktik

pembelajaran matematika. Dalam artikel ini digunakan terminologi pembelajaran matematika untuk menyatakan kegiatan belajar dan mengajar matematika di kelas. Penggunaan terminologi pembelajaran lebih disebabkan pada pemahaman bahwa kegiatan pembelajaran secara alami akan melibatkan dua kegiatan sekaligus, yaitu kegiatan belajar dan kegiatan mengajar secara bersama-sama. Apabila digunakan selain terminologi pembelajaran, maka akan diberikan penjelasan khusus dan untuk fokus penekanan tertentu. Oleh karena itu, pengertian tersempit dari filsafat pendidikan matematika adalah segala aktivitas terkait tujuan atau rasional yang mendasari pelaksanaan kegiatan praktik pembelajaran matematika. Apakah tujuan dari pembelajaran matematika?, merupakan pertanyaan yang penting dan mungkin paling sentral dalam bidang yang harus dikaji. Hal ini dikarenakan jawabannya dapat menentukan mengapa kita perlu terlibat dalam kajian ini, dan apa yang diharapkan untuk secara maksimal tercapai. Perhatikan bahwa Paul telah mengeksploitasi unsur pembelajaran dalam pertanyaan di atas. Hal itu lebih disebabkan karena kondisi peserta didik yang sedang belajar di sekolah tidak dapat dipisahkan dari peran dan kegiatan mengajar oleh pendidik. Meskipun kedua terminologi, belajar dan mengajar, dapat dipahami secara terpisah, tetapi dalam praktik di lapangan, kegiatan mengajar perlu mengasumsikan terlibatnya minimal seorang peserta didik. Hanya dalam situasi patologis atau diagnosis khusus seorang peserta didik dapat memiliki pengajaran tanpa belajar, meskipun tentu saja sebaliknya kondisi tersebut tidak akan berlaku. Khusus untuk pembelajaran informal

seringkali diarahkan secara individual mandiri dan berlangsung tanpa pengajaran yang eksplisit.

Sangat penting dicatat bahwa target, sasaran, tujuan, alasan, rasional dan lainnya, untuk pembelajaran matematika tidak mungkin dalam ruang yang kosong. Faktor-faktor tersebut di atas, langsung atau tidak langsung, akan membutuhkan dan melibatkan masyarakat, baik individu maupun kelompok sosial (Ernest 1991). Tentu saja, hal tersebut dikarenakan pembelajaran matematika adalah kegiatan sosial yang tersebar luas dan sangat terorganisir, dan bahkan mengakomodasi berbagai tujuan dan sasaran di antara kelompok masyarakat yang berbeda. Dengan demikian pada akhirnya, tujuan, sasaran, tujuan, alasan, dan sebagainya, perlu dikaitkan dengan kelompok sosial dan masyarakat pada umumnya. Tujuan adalah ekspresi nilai-nilai, dan dengan demikian nilai-nilai pendidikan dan sosial masyarakat atau sebagian darinya akan terlibat dalam pembahasan ini. Selain itu, tujuan yang dibahas adalah fokus untuk pembelajaran matematika, sehingga tujuan dan nilai-nilai tersebut sangat terkait dengan matematika serta peran dan tujuannya dalam pendidikan dan masyarakat.

Oleh karena itu, berdasarkan makna sempit dari filsafat pendidikan matematika, masalah pembelajaran matematika, tujuan dan rasional yang mendasari kegiatan tersebut, peran pendidik, peserta didik, dan matematika dalam masyarakat serta nilai-nilai yang mendasari kelompok sosial sangat dilibatkan dan sangat relevan berkaitan. Hal ini menyerupai masalah yang muncul dalam penerapan konsep pembelajaran oleh Joseph Schwab, yang

diperkenalkan pada tahun 1961, terkait empat permasalahan umum dari pembelajaran ke dalam kurikulum matematika. Permasalahan tersebut meliputi mata pelajaran matematika, pembelajar matematika, pendidik matematika, dan lingkungan (milieu) pembelajaran, termasuk hubungan pembelajaran matematika, serta tujuannya terhadap masyarakat pada umumnya. Di pihak lain, seperti yang dielaborasi oleh Milica Videnovic, Paul juga menegaskan bahwa praktik pembelajaran matematika pada dasarnya tergantung pada sistem keyakinan pendidik, dan khususnya, pada pandangan pendidik tentang sifat matematika dan pengajaran serta pembelajaran matematika itu sendiri. Selain itu, secara lebih spesifik, praktik pembelajaran matematika juga tergantung pada konteks sosial dari situasi pembelajaran, terutama kendala dan peluang yang diberikan, serta tingkat proses berpikir dan refleksi para pendidik (Videnovic, 2021).

Stephen Lerman dan filsafat pendidikan matematika

Sejauh mana penyelidikan oleh Steve signifikan cocok dengan permasalahan yang dibahas di atas? Pada awal 1983, Steve mulai mengeksplorasi relevansi kemajuan terbaru dalam filsafat matematika pada pembelajaran matematika. Kemudian Steve juga membandingkan pendekatan berdasarkan filsafat matematika fallibilist Imre Lakatos tahun 1976, yang didasarkan pada gaya Euclidean tradisional dan formal, untuk penggunaan istilah Lakatos. Mengacu pada laporan riset dari Cockcroft pada tahun 1982, terkait pemecahan masalah dan investigasi, Steve membandingkan pemecahan masalah dengan gaya

pembelajaran yang berpusat pada pengetahuan, dapat menunjukkan bahwa hal tersebut didukung oleh filsafat matematika yang berbeda. Pada saat itu, konsep tersebut masih merupakan wilayah yang radikal dan cukup baru.

Dukungan terbesar dari Steve terhadap model pembelajaran investigasi (inquiry) dan pemecahan masalah matematika bukanlah tanpa ada kritik. Pada tahun 1989, Steve secara terpaksa berpendapat bahwa kegiatan investigasi yang tidak terfokus di kelas ternyata kurang efektif daripada pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru, dan sambil terus mempermasalahkan dan mendebat bahayanya hanya berdasarkan keterampilan dan latihan-latihan untuk tujuan sesaat saja.

Di pihak lain, kontribusi terbesar Steve untuk Filsafat Pendidikan Matematika diwujudkan dalam disertasi PhD-nya, pada tahun 1986, yang sangat orisinal, otentik dan penting. Disertasi tersebut mengeksplorasi pandangan-pandangan alternatif tentang karakteristik matematika dan kemungkinan pengaruhnya terhadap pembelajaran matematika, secara teoritis maupun empiris. Bagian teoretisnya adalah suatu eksplorasi ekstensif dari konsep filsafat fallibilist dari Lakatos, perluasan filosofisnya, kesejajaran filosofi sosiologisnya dan pemikiran kritisnya terhadap konsep absolutis tradisional Euclidean pada filsafat matematika. Sedangkan bagian empirisnya merupakan studi tentang keyakinan pendidik matematika dan implementasinya di dalam kelas. Studi empiris tersebut dengan pembenaran dan penguatan teoretis yang diperlukan telah dipublikasikan oleh Steve pada tahun 1990.

Paul menegaskan bahwa disertasinya Steve, pada tahun 1986, telah memberikan dampak besar pada dirinya dan signifikan mempengaruhi buku yang ditulisnya pada tahun 1991, secara signifikan telah membantu dalam peningkatan keunggulan bagi filsafat pendidikan matematika sebagai subbidang penelitian pendidikan matematika. Harus diakui bahwa Steve sangat hati-hati membaca dan membantu untuk meningkatkan draf bukunya yang belum diterbitkan. Bahkan Steve menyarankan bahwa judul bukunya, yaitu dengan diberi judul *Filsafat Pendidikan Matematika* daripada judul orisinal sebelumnya, yaitu *Filosofi Pengajaran Matematika*. Steve sangat positif terlibat dan berkontribusi pada lahirnya kelompok keilmuan *Filsafat Pendidikan Matematika* dengan kontribusi berupa konferensi reguler dan jurnal ilmiah, yaitu *The Philosophy of Mathematics Education Journal*, sejak tahun 1990, dan tetap berkelanjutan dan sukses berlangsung hingga sekarang ini. Faktanya, Steve pernah menjadi editor pada publikasi kedua dari jurnal dan konferensi pada tahun 1990. Dengan demikian, dalam testimoni tertulisnya, pemikiran dan karya-karya dari Steve, sebagai sosok yang telah menebarkan inspirasi dan arahan dari bidang keilmuan yang digeluti oleh Paul. Sekurang-kurangnya disertasi dari Steve telah merasuk dan menancap kuat dalam jiwa sanubarinya Paul.

Perluasan makna dari filsafat pendidikan matematika

Terdapat pengertian lebih luas yang dapat diimplementasikan dalam menafsirkan filsafat pendidikan matematika, lebih dari hanya berfokus pada tujuan, rasional

dan dasar pembelajaran matematika. Beberapa tinjauan yang diperluas meliputi:

1. Filsafat yang diterapkan pada pendidikan matematika.
2. Filsafat matematika yang diterapkan pada pendidikan matematika atau pendidikan pada umumnya.
3. Filsafat pendidikan yang diterapkan pada pendidikan matematika.
4. Penerapan konsep atau metode filosofis, seperti analisis konseptual dalam teori, penelitian, atau metodologi pendidikan matematika.

Setiap kemungkinan aplikasi filsafat pada pendidikan matematika, yang dapat mewakili fokus berbeda, dan mungkin sangat baik untuk mengawali pembahasan terkait kasus-kasus atau permasalahan yang berbeda. Akan tetapi, analisis terkait aplikasinya dapat digunakan sebagai masukan untuk menunjukkan bahwa selalu ada bidang pengetahuan substantif beserta aplikasinya yang signifikan menghubungkan aspek-aspeknya, sedangkan filsafat, pendidikan matematika dan domain pengetahuan lainnya mencakup proses penyelidikan dan praktik, pengetahuan personal, dan representasi pengetahuan yang dipublikasikan. Aspek-aspek tersebut bukan hanya entitas substansial dalam masing-masing bidangnya, tetapi lebih pada hubungan dan interaksi yang kompleks antara individu, masyarakat, struktur sosial, representasi pengetahuan, komunikatif dan praktisi lainnya.

Filsafat adalah tentang analisis sistematis dan pengujian kritis terhadap masalah-masalah mendasar. Tentu saja, hal ini akan melibatkan latihan pola berpikir dan intelektualitas, termasuk berpikir, penyelidikan (*enquiry*), penalaran dan

hasil-hasilnya yang berupa: penilaian, keyakinan dari penarikan simpulan dan pengetahuan. Terdapat banyak cara dimana proses tersebut beserta teori, konsep, dan hasil penyelidikan substantif dapat diterapkan kedalam pendidikan matematika.

Mengapakah filsafat diperlukan? Mengapakah masih diperlukan pengetahuan secara umum? Hal itu dikarenakan setiap individu dapat mempelajari sesuatu yang bisa jauh melampaui deskripsi formal tentang dunia, masyarakat, ekonomi, pendidikan, matematika, mengajar dan belajar. Tentu saja, masing-masing dapat memberi kemampuan berpikir untuk mempertanyakan kondisi yang *status quo*, untuk mengkaji *apa yang seharusnya ada* dan bukan hanya *apa yang telah ada*; atau untuk mempelajari batas-batas antara yang mungkin dan yang tidak mungkin dimana tidak selalu harus dideskripsikan, serta memungkinkan seseorang untuk memunculkan berbagai alternatif yang mungkin terimajinasikan. Seperti juga beberapa kajian teori yang memperbolehkan seseorang untuk mengemukakan pendapatnya berpijakan dari konsep dan pendapat individu lain, sehingga seseorang tersebut dapat melihat seluruh dunia dengan menggunakan sudut pandangannya, Demikian juga filsafat dan teori-teori relevan yang dapat memberi seseorang *sepasang kaca mata baru* yang dapat digunakan untuk menjelajahi dunia baru.

Sekurang-kurangnya kondisi ini mensugestikan bahwa keberadaan filsafat pendidikan matematika tidak hanya untuk tujuan dan sasaran yang hanya terkait belajar dan mengajar matematika, dalam makna yang sempit, atau filsafat matematika yang diimplementasikan dalam praktik

pendidikan. Pemahaman tersebut mendorong peran lebih luas untuk berbagai instrumen filsafati dan teoritis untuk memahami semua aspek yang diperlukan terkait kebutuhan belajar dan mengajar matematika dan kondisi lingkungan yang menyertainya. Setidaknya, diperlukan untuk lebih mencermati kajian filsafat yang dibahas oleh Joseph Schwab, pada tahun 1961, terkait aspek-aspek umum dari pembelajaran: peserta didik, pendidik, dan lingkungan belajar atau masyarakat. Oleh karena itu, terdapat interaksi keterlibatan dari filosofi belajar matematika, filosofi mengajar matematika, dan filosofi lingkungan belajar atau masyarakat, seperti ilustrasi awal terkait matematika dan pendidikan matematika, sebagai faktor-faktor yang harus dikaji lebih luas, dan signifikan perlu dikaitkan dengan bidang pendidikan matematika sebagai suatu bidang keilmuan tersendiri.

Berdasarkan peran dari keempat aspek umum yang dibahas di atas, berbagai pertanyaan dapat dimunculkan terkait permasalahan filsafat pendidikan matematika yang lebih luas, yang bertujuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang dibahas berikut.

Apakah matematika itu?

Apakah matematika itu dan bagaimanakah keunikan dan karakteristik matematika dapat diakomodasi dalam suatu kajian filsafat? Dapatkah matematika dipertimbangkan sebagai pengetahuan terkait matematika yang tersendiri namun sekaligus menjawab permintaan dari domain sosial? Apakah hal tersebut memberikan dampak secara khusus? Adakah filsafat matematika yang sudah dikembangkan untuk kebutuhan tersebut? Sifat-sifat

manakah dari matematika yang harus signifikan dipilih? Adakah dampaknya terhadap pembelajaran matematika? Apakah rasional yang digunakan untuk memilih elemen-elemen khusus dari matematika untuk level matematika sekolah? Bagaimanakah seharusnya matematika dikonseptualisasikan dan ditransformasikan untuk tujuan pendidikan? Apakah nilai-nilai dan tujuan-tujuan yang harus dilibatkan? Apakah matematika berkarakteristik syarat-nilai atau bebas-nilai? Bagaimanakah para matematikawan bekerja dan menciptakan keilmuan matematika yang baru? Apakah metode-metode, keindahan-estetika, dan nilai-nilai dari matematika yang digunakan oleh para matematikawan? Bagaimanakah sejarah matematika yang signifikan berkaitan dengan filsafat matematika? Apakah perkembangan matematika dapat dipandang sebagai metode-metode, informasi-informasi, dan kehadiran teknologi-teknologi baru? Semua permasalahan di atas justru mulai melahirkan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan area pengkajian berikutnya.

Bagaimanakah hubungan matematika dengan masyarakat?

Bagaimana pula hubungan pendidikan matematika dengan masyarakat? Apakah tujuan-tujuan dari pendidikan matematika, secara khusus tujuan dari pembelajaran matematika? Apakah tujuan-tujuan tersebut valid? Mana saja tujuan tersebut? Untuk siapa tujuan tersebut? Berdasarkan nilai-nilai yang mana saja? Siapa yang diuntungkan dan siapa yang dirugikan? Bagaimanakah konteks sosial, budaya dan sejarah yang berhubungan

dengan matematika, tujuan dari pembelajaran matematika? Nilai-nilai manakah yang mendukung tujuan-tujuan yang berbeda tersebut? Bagaimanakah matematika berkontribusi pada keseluruhan tujuan masyarakat dan pendidikan? Apa saja peran pembelajaran matematika dalam mempromosikan atau menghambat keadilan sosial terkait gender, ras, kelompok sosial, kemampuan disabilitas dan warganegara marginal? Mungkinkah pendidikan matematika mendukung gerakan feminin atau anti-rasis dan apa makna dari gerakan tersebut? Bagaimanakah matematika agar dapat difahami dan dirasakan dalam kehidupan masyarakat? Apa dampaknya hal tersebut terhadap pendidikan? Apakah hubungan antara matematika dan masyarakat? Fungsi-fungsi apa saja yang diperankannya? Manakah dari fungsi-fungsi tersebut yang diinginkan dan berperan secara riil? Fungsi-fungsi mana saja yang tidak diinginkan atau tidak terlihat? Sejauh manakah matematika bermetafora, misalnya dalam neraca kegiatan untung rugi, dan meresap dalam pemikiran sosial? Apakah secara filsosofis harapan masyarakat tersebut signifikan? Kepada siapakah matematika harus bertanggung jawab?

Apakah belajar matematika itu?

Apa saja asumsi yang dipergunakan, mungkin implisit, dan mendasari pemahaman tentang belajar matematika? Apakah asumsi-asumsi tersebut valid? Manakah epistemologi dan teori belajar yang diasumsikan? Bagaimanakah konteks sosial belajar dapat diakomodasi? Apa saja asumsi filosofis dari teori konstruktivis, konstruktivis sosial, sosiokultural dan teori-

teori lain yang terkait pembelajaran matematika? Apakah teori-teori tersebut berdampak pada praktik pembelajaran di kelas? Manakah unsur-unsur pembelajaran matematika yang cukup berharga? Bagaimanakah unsur-unsur tersebut harus dilaksanakan dan harus dievaluasi? Apakah bentuk proses umpan balik yang perlu diterapkan pada berbagai model asesmen, dan berdampak pada proses pembelajaran matematika? Seberapa kuatkah analogi antara hasil asesmen pembelajaran matematika dan jaminan pada kualitas pengetahuan matematika yang didapat? Apa sajakah peran pembelajar atau peserta didik? Apa sajakah kekuatan dari peserta didik dapat dikembangkan dengan pembelajaran matematika? Bagaimanakah identitas peserta didik dapat berubah dan berkembang melalui pembelajaran matematika? Apakah pembelajaran matematika berdampak pada setiap individu untuk kebermanfaatannya atau kemudharatannya? Di masa depan, bagaimanakah matematikawan dan warga sipil dapat dibentuk melalui pembelajaran matematika? Seberapakah penting dimensi afektif termasuk sikap, keyakinan, dan nilai-nilai etika dalam pembelajaran matematika? Apakah yang dimaksud dengan kemampuan matematika dan bagaimana hal itu dapat ditumbuhkembangkan? Apakah matematika dapat diakses oleh setiap individu? Bagaimanakah artefak dan teknologi budaya, termasuk teknologi informasi dan komunikasi, dapat mendukung tumbuhkembangnya model-model pembelajaran matematika?

Apakah pembelajaran matematika itu?

Apa saja teori-teori dan epistemologi-epistemologi yang dapat mendasari pembelajaran matematika? Asumsi-asumsi apa saja, mungkin implisit, yang digunakan dalam pembelajaran matematika dan berkaitan asumsi-asumsi tersebut? Apakah asumsi-asumsi tersebut valid? Adakah cara-cara yang harus diadopsi untuk mencapai tujuan pendidikan matematika? Akhirnya, apakah pencapaian tujuan tersebut akan konsisten? Bisakah kita mengungkap dan mengeksplorasi berbagai aliran pendidikan dan pendidikan matematika yang berdampak terhadap pembelajaran matematika? Apa sajakah metode-metode, sumber-sumber, dan teknik-teknik apa yang ada, dan mungkin diadakan, yang digunakan dalam pembelajaran matematika? Apa sajakah teori-teori yang mendukung penggunaan berbagai teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran matematika? Terkait penggunaan teknologi, apa sajakah nilai-nilai yang perlu diakomodasi dan diinginkan maupun yang harus dihindari? Adakah filosofi teknologi yang memungkinkan terciptanya kesepemahaman untuk melakukan mediasi antara alat teknologi bagi manusia dan kebutuhan dunia? Apakah makna pemahaman matematika untuk mencapai tujuan pembelajaran matematika? Bagaimanakah pelaksanaan pembelajaran matematika yang dapat dievaluasi dan dilakukan penilaian? Apakah peran dari para pendidik? Apa sajakah peran-peran yang mungkin dilakukan oleh pendidik untuk menjadi penghubung, sebagai mediator dan fasilitator, antara matematika dan pembelajar atau peserta didik? Apa sajakah batasan-batasan

etika, sosial dan epistemologi bagi tindakan-tindakan para pendidik? Apa sajakah modal kemampuan matematika yang harus dikuasai oleh para pendidik? Adakah pengaruh dari keyakinan, sikap, dan filosofi matematika dari para pendidik terhadap praktik pelaksanaan pembelajaran di kelas? Bagaimanakah seharusnya para pendidik matematika harus dikondisikan dan disiapkan? Apakah perbedaan antara pendidikan, pelatihan, dan pengembangan para pendidik matematika? Apa (atau seharusnya apa) peran penting dari penelitian dalam pembelajaran matematika dan pendidikan profesi guru matematika?

Selanjutnya, pertanyaan-pertanyaan terkait filsafat pendidikan matematika menjangkau empat aspek umum dari pengajarannya Schwab, terutama tentang sifat natural dari kurikulum matematika. Tuntutan kurikulum tersebut sangat menginginkan status pendidikan matematika sebagai bidang keilmuan dan mulai dikenal dengan daya tarik didalamnya.

Bagaimanakah status pendidikan matematika sebagai bidang keilmuan?

Apakah dasar pendidikan matematika sebagai bidang keilmuan? Apakah pendidikan matematika merupakan suatu disiplin ilmu, suatu bidang penyelidikan, suatu area interdisipliner, suatu domain dari berbagai ekstra-disiplin, atautkah sesuatu yang lain? Apakah karakteristik tersebut termasuk kelompok sains, ilmu sosial, seni atau humaniora, atautkah tidak termasuk kedalam semuanya? Apakah hubungannya dengan disiplin ilmu lain seperti filsafat, matematika, sosiologi, psikologi, linguistik, antropologi, dan

ilmu lainnya? Bagaimanakah unsur-unsur tersebut dapat teridentifikasi dan dikenal dalam pendidikan matematika? Apakah klaim pengetahuan dasarnya dalam penelitian bidang pendidikan matematika? Apakah metode dan metodologi penelitian yang digunakan, serta apa dasar filosofis dan level statusnya? Bagaimanakah komunitas penelitian bidang pendidikan matematika menjustifikasi klaim pengetahuannya? Apakah standar yang digunakan? Apakah peran dan fungsi peneliti dalam pendidikan matematika? Bagaimanakah status teori-teori dalam pendidikan matematika? Apakah ada penyesuaian teori dan konsep dari disiplin ilmu lain atau teori dan konsep ditumbuhkembangkan secara tersendiri? Manakah yang lebih baik dari kedua pendapat tersebut? Bagaimanakah perkembangan modern terkait aspek filsafat, fenomenologi, teori kritis, *post-structuralism*, *post-modernism*, hermeneutika, semiotika, dan lainnya, dapat berdampak pada pendidikan matematika? Apakah dampak penelitian pendidikan matematika terhadap disiplin ilmu lain? Dapatkah filsafat pendidikan matematika memberi dampak pada praktik pembelajaran matematika, pada penelitian pendidikan matematika, atau pada disiplin ilmu lainnya? Bagaimanakah filsafat pendidikan matematika menstatuskan dan memasatkan posisinya di komunitas keilmuan?

Seperti diketahui bahwa kelima kelompok pertanyaan tersebut di atas telah menggambarkan sebagian besar dari elemen-elemen penting bagi filsafat pendidikan matematika sebagai bahan untuk dipertimbangkan dan dieksplorasi. Kelompok pertanyaan tersebut tidak

sepenuhnya bersifat diskrit, seperti yang terjadi pada berbagai area lain yang saling tumpang tindih. Pada dasarnya, beberapa pertanyaan bukan merupakan elemen esensial dalam filsafat, karena beberapa pertanyaan dapat diselesaikan dan dieksplorasi dengan mengedepankan perspektif dari disiplin ilmu lainnya, seperti sosiologi dan psikologi. Namun demikian, ketika pertanyaan-pertanyaan tersebut didekati secara filosofis, akan menjadi bagian dari wilayah filsafat pendidikan matematika. Seringkali diperlukan pengecualian dari beberapa pertanyaan tertentu *ab initio* dengan mengadopsi dan mempromosikan posisi filsafat tertentu, misalnya, filsafat pendidikan matematika yang spesifik.

Kelompok pertanyaan tersebut dapat dilihat sebagai permasalahan filsafat dari bawah ke atas (*bottom up*) dimana topik-topik dan masalah-masalah dibahas dalam penelitian pendidikan matematika, dan kemudian digunakan sebagai kerangka kerja untuk memetakan berbagai upaya didalam filsafat pendidikan matematika. Tentu saja pengakuan semua pertanyaan tersebut pada filsafat pendidikan matematika sangat berpotensi untuk memperluas domain kajian. Kemudian, hal tersebut dapat mencakup banyak bagian teoreti dari pendidikan matematika secara bersama-sama. Sebaliknya, alih-alih mendasarkan kelompok pertanyaan seperti dalam pendekatan *bottom up* untuk mendefinisikan filsafat pendidikan matematika secara ekstensif, sangat dimungkinkan untuk menggunakan pendekatan dari atas ke bawah (*top down*). Alternatif ini mengambil sudut pandang dari berbagai cabang filsafat sebagai kerangka analisisnya. Menurut pandangan Paul,

akan lebih mudah untuk memposisikan kontribusi dari Steve dalam filsafat pendidikan matematika dengan menggunakan pendekatan *top down* seperti sebagai anti-tesis dari pendekatan *bottom up*.

Analisis *top down* dan kontribusi Stephen Lerman

Pendekatan *top down* pada filsafat dalam penelitian pendidikan matematika menggunakan cabang-cabang abstrak dari filsafat yang memberikan analisis kerangka konseptual. Dengan demikian pendekatan tersebut mempertimbangkan penelitian dalam pendidikan matematika yang sesuai dengan kondisi dengan lebih mengacu pada ontologi dan metafisika, epistemologi, filsafat sosial, etika, metodologi estetika atau cabang filsafat lainnya.

Ontologi dan metafisika masih belum banyak digunakan dalam penelitian pendidikan matematika, tetapi pembaca bisa mencermati yang sudah dilakukan oleh Ernest (2012). Hasil penelitian yang membahas estetika terkategori masih belum sempurna. Bagaimanapun masif dan luasnya penggunaan epistemologi, filsafat sosial, etika dan metodologi yang dapat ditemukan dalam penelitian pendidikan matematika tersebut, namun Steve masih signifikan berkontribusi pada masing-masing bidang yang sudah disebutkan di muka.

Epistemologi

Epistemologi menyangkut teori pengetahuan yang dapat diambil untuk melibatkan karakteristik dari keilmuan matematika, termasuk moda verifikasinya, dan proses untuk mengetahui atau mempelajarinya. Dengan demikian pertanyaan yang telah dibahas di atas, yaitu *Apakah*

matematika itu?, dan *Apakah pembelajaran matematika itu?* sudah termasuk dalam subjudul ini. Steve melanjutkan minatnya dalam mengeksplorasi hubungan antara epistemologi matematika dan pendidikan matematika yang dibahas di bagian awal dari Sierpinska dan Lerman (1997). Hal ini memberikan kerangka kerja untuk pengujian beberapa pertanyaan epistemologis utama mengenai kebenaran, pemaknaan dan kepastian, dan berbagai cara untuk menafsirkannya kedalam bidang filsafat pendidikan matematika. Kenyataan ini memetakan berbagai epistemologi termasuk konteks justifikasi dan penemuan (*discovery*), perspektif dasar dan non-dasar tentang matematika, epistemologi kritis, genetik, sosial dan budaya, dan makna dari epistemologi. Mengacu kedalam pendidikan matematika, terdapat sejumlah kontroversi epistemologis yang dapat dipetakan kedalam karakter subjektif-objektif dari matematika; peran kognisi dalam konteks sosial dan budaya; hubungan antara bahasa dan pengetahuan; dan perdebatan antara prinsip utama faham-faham konstruktivis, pandangan sosial-budaya, interaksionis, dan *the French Didactique*. Hubungan antara epistemologi dan teori pembelajaran, khususnya yang berkaitan dengan prinsip-prinsip didaktik, juga tetap dipertimbangkan, sehingga mampu menjawab pertanyaan *Apakah pembelajaran dalam matematika itu?*

Pada aspek *giliran peran sosial*, Steve menerapkan teori sosiologisnya Bernstein, yang dipublikasikan pada tahun 1999, kedalam matematika dan pendidikan matematika. Pertama-tama, Steve membuat pertentangan antara dua kutub, dengan gramatikal yang kuat, antara

matematika dan sains serta membuat masing-masing bidang keilmuan mampu menghasilkan implikasi yang sangat teruji dan tanpa ambigu, sedangkan dengan gramatikal yang lebih lemah/lunak dari pendidikan dan humaniora lainnya hal yang diinginkannya tidak mampu dirumuskan. Kedua, penggunaan perbedaan Bernstein antara diskursus vertikal dan horizontal dapat memberikan wawasan baru tentang struktur matematika yang terdiri dari banyak bidang inkuiri yang saling berdekatan/berdampingan. Penerapan pola tersebut telah memberikan wawasan baru tentang epistemologi matematika, dengan pemahaman lebih luas, dan tanpa ada bagian yang dibuang oleh Steve dalam penggunaan teori Bernsteinian.

Banyak karya publikasi dari Steve terkait teori pembelajaran. Publikasi awal mengeksplorasi secara radikal faham konstruktivis dalam pendidikan matematika. Akan tetapi, tidak seperti pengguna dari faham konstruktivis, Steve menyadari adanya masalah yang timbul dari sifat individualistik dari karakteristik teori belajar konstruktivis yang radikal dan kemudian mengembangkan teori pembelajaran yang lebih berorientasi sosial. Komitmennya terhadap teori-teori pembelajaran sosiokultural dengan mengeksplorasi dasar-dasar filosofisnya telah terlihat dalam karya-karyanya selama hampir dua puluh tahun.

Filsafat Sosial

Steve dikenal karena penggunaan frasa *giliran peran sosial* sehubungan dengan penelitiannya dalam pendidikan matematika. Keteguhannya tersebut menandai eksplorasi, dukungan, dan kepemimpinannya dalam mengembangkan dan mempromosikan filsafat sosial, teori pembelajaran

sosial, dan teori sosiologis dalam pendidikan matematika. Meskipun pada publikasi awalnya Steve sudah mengkaji para filsuf sosial termasuk Bloor dan Wittgenstein, pada pertengahan 1990-an, namun Steve telah cukup kuat sLm mengadopsi pandangan sosial yang kuat dari matematika dan pembelajarannya. Selain itu, Steve juga memberikan kritik kuat terhadap konstruktivis sosial yang radikal pada teori pembelajaran matematika dari perspektif sosiokultural. Sikap mendebatnya tersebut tetap dilanjutkan melalui banyak pertanyaan dan permasalahan dalam penelitian pendidikan matematika, yang dapat didekati dari landasan sosial-kultural. Tentu saja, belakangan, pendapat bahwa konstruksi sosial tentang *identitas* dapat digunakan sebagai unit analisis dalam penelitian dan pembelajaran matematika.

Etika

Etika dapat dimasukkan kedalam penelitian pendidikan matematika dalam beberapa cara, termasuk peduli terhadap nilai-nilai, dengan pendekatan keadilan sosial dan kesetaraan, dan melalui etika dalam metodologi penelitian. Steve telah berkontribusi pada masing-masing bidang tersebut di atas. Salah satu pendapatnya, terlepas dari konsep absolutis tradisional dari citra bebas nilai, bahwa matematika sangat sarat dengan nilai. Steve mendeskripsikan filosofi emansipatoris-nya Paulo Freire untuk mendebat bahwa pembelajaran matematika dapat menjadi kegiatan revolusioner untuk gerakan perjuangan dalam keadilan sosial dan kesetaraan. Ketiga, kolaborasinya dengan Adler telah mengeksplorasi penerapan etika pada

berbagai metodologi penelitian. Semua yang telah diuraikan di atas hanyalah merupakan suatu sampel atau contoh dari publikasinya, karena perhatiannya terhadap etika dan keadilan sosial merupakan untaian dinamis yang berjalan dalam banyak publikasinya.

Metodologi

Artikel-artikel dan makalah-makalah yang telah dipublikasikan oleh Steve mencerminkan kesadarannya akan masalah filosofis yang mendasari metode dan metodologi penelitian dalam pendidikan matematika. Secara khusus Steve telah mengeksplorasi suatu koordinasi dan kelengkapan dari berbagai level dan unit analisis sehingga melahirkan istilah *sebuah kaca pembesar (zoom of a lensa)*, yang akan dicatat juga dalam bab-bab yang lain didalam Lerman (1998). Seperti yang telah ditunjukkan oleh Steve, bahwa salah satu kekhawatiran yang muncu berulang adalah kepastian dari status teori dalam pendidikan matematika, dan kondisi pluralitas adalah menjadi suatu masalah dan suatu teori yang komprehensif masih diperlukan untuk menjamin kekonsistennya. Lebih lanjut, Steve telah mempelajari juga berbagai kerangka kerja dan filsafat yang mendasari jenis-jenis penelitian dalam pendidikan matematika (Yore dan Lerman 2008, Lerman et al., 2003a), serta sikap filosofis para peneliti pendidikan matematika, baik dari komunitas intelektual kritis maupun para akademisi fungsional (Lerman et al., 2003b).

Kesimpulan

Dalam artikel ini, telah dibahas subbidang kajian dari filsafat pendidikan matematika. Karakterisasi dari kajian tersebut juga mendiskusikan dalam makna sempit dan makna luas, dan dari perspektif *bottom-up* dan *top-down*. Pemerhati, peneliti atau pihak-pihak lain masih dapat mengkarakterisasi beberapa area pertanyaan lain, namun sekurang-kurangnya, akan senada dengan yang sudah dinyatakan, yaitu: *Apakah tujuan pembelajaran matematika itu? Apakah matematika itu? Bagaimanakah hubungan matematika dengan masyarakat? Apakah belajar matematika itu? Apakah pengajaran matematika itu? Bagaimanakah status pendidikan matematika sebagai bidang keilmuan tersendiri?* Karya dan pemikiran dari Steve telah membantu untuk menjawab semua pertanyaan tersebut di atas. Selain itu, telah dirumuskan juga karakterisasi subbidang filsafat pendidikan matematika dengan perspektif *top down* yang memanfaatkan cabang-cabang filsafat lain. Berdasarkan kontribusi Steve terhadap epistemologi, filsafat sosial, etika, dan metodologi pendidikan matematika makin terbuka bagaimana luas dan kontribusi yang telah diberikannya terhadap landasan teoretis dari bidang keilmuan yang ditekuninya dan pada filsafat pendidikan matematika. Tanpa kontribusinya, sangat mungkin bidang keilmuan filsafat pendidikan matematika akan menjadi bidang kajian yang jauh begitu kering-miskin makna dan hambar tanpa memiliki daya tarik.

Daftar Pustaka

- Adler, J. and Lerman, S. (2003). Getting the description right: ethical practice in mathematics education research. In A.J. Bishop, M.A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick and F.K.S. Leung (Eds.), *Second International Handbook on Mathematics Education* (pp. 441-470). Dordrecht: Kluwer.
- Ernest, P. (1991) *The Philosophy of Mathematics Education*, London, The Falmer Press.
- Ernest, P. (1994) 'Social constructivism and the psychology of mathematics education', in P. Ernest (Ed.), *Constructing Mathematical Knowledge: Epistemology and Mathematics Education*, London, Falmer Press, 1994, pp. 62-72.
- Ernest, P. (2018) *The Philosophy of Mathematics Education: An Overview*. In Paul Ernest (Ed.) *The Philosophy of Mathematics Education Today*, pp. 13-37.
- <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-77760-3>
- Ernest, P. (2012) What is our First Philosophy in Mathematics Education, *For the Learning of Mathematics*, Vol. 32 no. 3, pp. 8-14.
- Lerman, S. (2010). Theories of mathematics education: Is plurality a problem? In B. Sriraman, and L. English (Eds.), *Theories of mathematics education* (pp. 99-110). New York: Springer.
- Lerman, S., Xu, G-R. and Tsatsaroni, A. (2003a). Developing theories of mathematics education research: the ESM

story. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1-2), pp. 23-40.

Lerman, S., Xu, G-R. and Tsatsaroni, A. (2003b). A sociological description of changes in the intellectual field of mathematics education research: Implications for the identities of academics. *Proceedings of the British Society for Research in Learning Mathematics*, 23(2), pp. 43-48.

Videnovic, M. (2021) Commentary on Paul Ernest's Theory about Teachers' Beliefs and

Practice. *Indonesian Journal of Mathematics Education* Vol. 4, No. 1, pp. 1-6.

Biodata Penulis

Yusuf Fuad

Memperoleh ijazah sarjana Pendidikan Matematika dari IKIP Negeri Surabaya. Pernah memperoleh beasiswa untuk studi Pra S2 Matematika di ITB dan mengikuti *Bridging Program* dengan beasiswa dari *IDP Special Fellowships*, Australia.

Gelar *Master of Applied Sciences* (M.App.Sc.) diperoleh dari *Curtin University of Technology*, Australia, sedangkan gelar Doktor pada bidang *Applied Mathematics* diperoleh dari *Delft University of Technology*, Belanda.

Bidang yang diminati dalam penelitian antara lain: konflik kognitif, meta-kognitif, problematika berpikir tingkat tinggi, pemodelan matematika, analisis numerik dan matematika analisis.



FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA: MEMBENTUK LANDASAN TEORITIS PENDIDIKAN MATEMATIKA

Dedi Rahman Siolimbona
dedi.22001@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini menyoroti landasan teoritis pendidikan matematika yang populer di China dan temuan dari Zheng Yuxin. Teori kurikulum matematika, teori pengajaran matematika dan teori pembelajaran matematika dianggap sebagai teori paling populer di China saat itu. Sedangkan Zheng Yuxin menemukan bahwa perkembangan pendidikan matematika di Amerika menitik beratkan pada pemecahan masalah, psikologi pembelajaran matematika serta pendekatan sosial-budaya terhadap pendidikan matematika. Berdasarkan penelitian yang dilakukannya, Zheng Yuxin kemudian menawarkan tiga teori dasar pendidikan matematika guna menyempurnakan tiga teori sebelumnya. Yang pada akhirnya, teori-teori tersebut menjadi landasan teoritis dari pendidikan matematika.

Kata Kunci: Pendidikan Matematika, Filsafat Pendidikan Matematika, Teori Pendidikan Matematika

PENDAHULUAN

Makalah ini mengkaji ide dari artikel yang ditulis oleh Zheng Yuxin (1994) yang berjudul "*Philosophy of Mathematics, Mathematics Education, and Philosophy of Mathematics Educations*". Artikel Zheng Yuxin (1994) diawali dengan pertanyaan "Apakah ada hubungan penting antara filsafat matematika dan aktivitas matematika yang sebenarnya

(termasuk penelitian, pengajaran dan pembelajaran matematika)? Atau, apakah filsafat matematika memiliki pengaruh penting pada aktivitas matematika yang sebenarnya? Setelah mengajukan pertanyaan, tanpa jeda Zheng Yuxin menjawab pertanyaannya dengan 'jawabannya adalah ya!''.

Untuk mempertegas jawaban itu, artikel yang ditulis Zheng Yuxin dibagi dalam tiga bagian. Bagian pertama dan kedua dari artikel tersebut mengkaji terkait perkembangan modern pendidikan matematika di Amerika Serikat sebagai latar belakang untuk membuat analisis tentang pengaruh besar filsafat matematika terhadap pendidikan matematika. Sedangkan bagian ketiga mengkaji terkait bagaimana mengembangkan mata pelajaran 'filsafat pendidikan matematika', yang sebenarnya dapat dianggap sebagai dorongan dari pendidikan matematika untuk pengembangan lebih lanjut dari filsafat matematika dan filsafat pada umumnya.

BAGIAN INTI

Zheng Yuxin memfokuskan pembahasan pada bagaimana mengembangkan mata pelajaran 'filsafat pendidikan matematika'. Zheng Yuxin membagi pembahasan artikelnya menjadi 3 topik bahasan yaitu (1) Perkembangan Modern Dalam Pendidikan Matematika, (2) Dari Filsafat Matematika ke Pendidikan Matematika, dan (3) Menuju Filsafat Pendidikan Matematika.

1. Perkembangan Modern Dalam Pendidikan Matematika

Pada artikelnya, Zheng Yuxin menyoroti pernyataan dari *Everybody Counts*, yang diterbitkan oleh National Research

Council pada tahun 1990, bahwa "Selama dua dekade mendatang, sekolah, perguruan tinggi, dan universitas bangsa akan menjalani transisi besar dalam program pendidikan matematika yang akan melibatkan perubahan mendasar dalam konten kurikulum, mode pengajaran, pendidikan guru, pengembangan profesional, metode penilaian, dan sikap publik. Pada bagian ini, Zheng Yuxin melakukan survei singkat dari studi teoritis baru terutama penekanan pada pemecahan masalah, psikologi pembelajaran matematika, dan pendekatan sosial budaya untuk pendidikan matematika.

a. Penekanan pada pemecahan masalah

Terkait pemecahan masalah, Zheng Yuxin fokus pada pernyataan yang dikeluarkan oleh NCTM (1980) yang menyatakan bahwa matematika sekolah harus berfokus pada pemecahan masalah, karena pemecahan masalah artinya menggunakan berbagai macam pengetahuan dan metode matematika secara efektif untuk memecahkan masalah nonrutin, termasuk masalah dalam kehidupan sehari-hari maupun masalah dalam konteks matematika.

Zheng Yuxin menambahi bahwa, Mengedepankan ide "fokus pada pemecahan masalah" adalah langkah besar bagi pendidikan matematika, karena ide tersebut merupakan perubahan besar dalam konsepsi pendidikan matematika. Poin-poin kunci dari ide "fokus pada pemecahan masalah" adalah: Pertama, Siswa harus belajar matematika dengan kegiatan pemecahan masalah. Artinya, 'mengetahui' matematika adalah 'melakukan' matematika. Kedua, dengan

memecahkan masalah, terutama yang memiliki arti sebenarnya, siswa dapat belajar menghargai matematika, dan menjadi lebih percaya diri dengan kemampuan matematikanya sendiri. Ketiga, tujuan akhir pendidikan matematika seharusnya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, terutama membantu mereka belajar berpikir matematis

Secara umum, gagasan bahwa pemecahan masalah harus menjadi fokus matematika sekolah sekarang diterima secara luas, dan karena ide ini secara langsung berlawanan dengan konsepsi tradisional pendidikan matematika, dikatakan bahwa 'memecahkan masalah nonrutin adalah tema sentral dari gerakan reformasi saat ini dalam matematika sekolah. (T. Romberg, 1991)

b. Penekanan pada psikologi pembelajaran matematika

Zheng Yuxin mendeskripsikan bahwa Kajian psikologi pembelajaran matematika itu sendiri merupakan hasil dari perkembangan psikologi lebih lanjut, yang telah melampaui tingkat studi umum dan merambah ke bidang khusus. Psikologi pembelajaran matematika harus lebih memperhatikan pendekatan ilmu kognitif untuk pendidikan matematika dan "pandangan konstruktivis pembelajaran matematika".

Posisi psikologi kognitif adalah bahwa studi psikologi tidak boleh terbatas/berhenti pada "perilaku yang terlihat" tetapi menembus ke dalam pemrosesan informasi batin pikiran, termasuk penyimpanan, pengambilan, representasi, pengembangan pengetahuan dan seterusnya. Selanjutnya, apa yang disebut

'pandangan konstruktivis' dapat dianggap sebagai kesimpulan utama psikologi kognitif: sejauh menyangkut pembelajaran matematika, ia menegaskan bahwa pembelajaran matematika bukanlah penerimaan pasif tetapi proses konstruksi berdasarkan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya.

Zheng Yuxin menyatakan Jika ide "berfokus pada pemecahan masalah" adalah penolakan langsung dari konsep tradisional pendidikan matematika, maka studi kognitif pembelajaran matematika, terutama pandangan konstruktivis pembelajaran matematika telah menawarkan argumen lebih lanjut untuk transisi mendasar dari pandangan mikroskopis.

c. Pendekatan sosial-budaya terhadap pendidikan matematika.

Pertama yang disoroti oleh Zheng Yuxin dari studi sosial-budaya matematika adalah bahwa kita harus mengambil latar belakang seluruh budaya masyarakat manusia dalam studi tentang pendidikan matematika. Artinya, pendidikan matematika harus mewakili dengan jelas ciri-ciri waktu. Kenyataannya, justru fitur yang paling penting dari gerakan perubahan pendidikan matematika di Amerika Serikat adalah transisi dari masyarakat industri ke masyarakat informasi yang menawarkan dorongan yang paling penting untuk gerakan, dan tujuan akhir dari Gerakannya adalah untuk menciptakan jenis pendidikan matematika yang tidak hanya memenuhi kebutuhan waktu tetapi juga sepenuhnya menggunakan teknologi baru. Dengan kata

lain, kita harus menciptakan pendidikan matematika di era informasi.

Kedua, Zheng Yuxin menyatakan bahwa pendekatan sosial-budaya untuk pendidikan matematika juga telah memperjelas sifat sosial dari pembelajaran dan pengajaran matematika. Meskipun konstruksi pengetahuan matematika harus dilakukan secara relatif mandiri oleh semua individu, kegiatan tersebut dilakukan di beberapa lingkungan sosial, dan harus mencakup proses mengungkapkan, mengkomunikasikan, membandingkan, mengkritik, meningkatkan dan sebagainya, sehingga sebenarnya merupakan konstruksi sosial. Selain itu, sifat sosial dari pengajaran matematika dapat dilihat dengan jelas oleh fakta:

- Setiap guru matematika (secara sadar atau tidak sadar) melakukan pekerjaannya di bawah pengaruh beberapa konsepsi matematika dan pendidikan matematika, dan yang terakhir sebenarnya merupakan manifestasi dari sifat sosial pendidikan matematika. bahwa peran yang dimainkan guru hanyalah perantara antara keseluruhan sistem pendidikan dan objek pendidikan.
- Kedua, sejauh menyangkut siswa, pentingnya konsepsi terletak pada kenyataan bahwa pembelajaran matematika adalah suatu proses di mana tidak hanya pengetahuan matematika yang dibangun tetapi juga beberapa konsepsi, keyakinan dan sikap matematika yang terbentuk, dan yang terakhir pada gilirannya akan memberikan pengaruh

besar pada studi lebih lanjut pelajar matematika dan bahkan untuk seluruh hidup mereka (sebagai bagian dari seluruh ideologi mereka). Misalnya, hanya dengan pertimbangan itulah Kurikulum dan Standar Evaluasi Matematika Sekolah yang merupakan salah satu dokumen terpenting yang membentuk gerakan perkembangan baru, mencantumkan 'belajar menghargai matematika' dan 'menjadi percaya diri akan kemampuan sendiri' sebagai dua tujuan pertama untuk pendidikan matematika.

Dari pembahasan diatas, Zheng Yuxin menyimpulkan bahwajika psikologi pembelajaran matematika adalah studi pada tingkat mikroskopis, maka studi sosial budaya termasuk dalam tingkat makroskopik. Hal ini sesuai dengan yang ditunjukkan J. Kilpatrick dalam bukunya *A History of Research in Mathematics Education* dimensi pendidikan matematika secara lebih serius (1992)

2. Dari Filsafat Matematika ke Pendidikan Matematika

Zheng Yuxin meyakini tiga penelitian di atas secara keseluruhan merupakan konsepsi baru pendidikan matematika, yang intinya adalah ide-ide baru tentang pertanyaan-pertanyaan 'apa itu matematika' dan 'apa artinya mengetahui matematika'. Hanya pada titik-titik ini kita dapat melihat dengan jelas pengaruh penting yang diberikan oleh filsafat matematika terhadap pendidikan matematika.

Para peneliti dari tiga sekolah di atas telah menghasilkan berbagai hasil penting. Sejauh tujuan akhir mereka tersebut, bagaimanapun mereka semua gagal, dan seiring berjalannya waktu, kekurangan besar dari studi dasar telah menjadi jelas,

yaitu sangat menyimpang dari kegiatan matematika yang sebenarnya. Maka, setelah periode 'masa keemasan' (sekitar 1890-1940), kajian filsafat matematika mengalami stagnasi.

Zheng Yuxin meneruskan, pada tahun enam puluhan terutama di bawah pengaruh filsafat ilmu, beberapa fenomena baru muncul di bidang filsafat matematika yang pada gilirannya mewakili transisi dari posisi dasar. Posisi baru adalah bahwa matematika terutama harus dianggap sebagai kegiatan kreatif manusia pada bagian tubuh tertentu dari pengetahuan matematika tetap. Dengan demikian, dibandingkan dengan pandangan tradisional tentang matematika, konsepsi baru yang dapat disebut 'pandangan manusia tentang matematika' mengandung perubahan sebagai berikut:

- Pertama, pandangan baru ini menekankan pada perkembangan matematika sebagai kegiatan kreatif manusia. Matematika bukan sesuatu yang statis dan membatu tetapi telah berubah sepanjang waktu dan akan terus berubah di masa yang akan datang. Khususnya, karena kegiatan matematika sehari-hari yang saling berhubungan, dan merupakan proses yang rumit termasuk dugaan, kesalahan dan tes.
- Kedua, perkembangan matematika tidak hanya merupakan proses akumulasi tetapi juga mencakup perubahan kualitatif. Artinya, ada juga revolusi dalam matematika.
- Ketiga, pandangan manusia terhadap matematika juga menegaskan bahwa matematika terdiri dari aktivitas-aktivitas yang bermakna, sehingga tidak boleh

diidentikkan sebagai manipulasi mekanis dari simbol-simbol yang tidak bermakna.

Karena pandangan manusia tentang matematika merupakan transisi besar dari ide-ide dasar, ia juga membuka arah baru untuk studi filsafat matematika. Misalnya, pertama ada pendekatan sosial-budaya untuk matematika. konkritnya, matematikawan dalam masyarakat modern semuanya bekerja di beberapa lingkungan sosial (komunitas). Sebenarnya, tujuan kerja sebagian besar matematikawan adalah untuk mendapatkan pernyataan matematika yang dapat direpresentasikan oleh bahasa yang diterima secara seragam oleh komunitas, dan merupakan resolusi untuk masalah yang secara seragam dianggap penting atau signifikan oleh komunitas, dan didasarkan pada argumen atau metode yang diterima secara seragam oleh masyarakat. Sebenarnya, peran preskriptif dari komunitas matematika berdasarkan individu matematikawan hanyalah manifestasi konkret dari apa yang mungkin disebut 'budaya matematika'.

Lebih jauh lagi, sambil mengarahkan pembaca untuk melihat R. Wilder, 1981, Zheng Yuxin menyatakan karena penelitian matematika adalah kegiatan sosial, maka kita dapat mempelajari dorongan dan hukum untuk perkembangan matematika dari tingkat yang lebih tinggi. Artinya, kita dapat melampaui pekerjaan individu dan mengambil seluruh masyarakat manusia sebagai latar belakang untuk studi perkembangan sejarah matematika. Jelas, studi tersebut menunjukkan bahwa filsafat matematika telah diperluas dari kegiatan matematika sehari-hari untuk studi makroskopik.

Juga dari pandangan mikroskopis, aktivitas matematika adalah semua proses mental. Secara khusus, penciptaan semua konsep matematika adalah proses konstruksi. Untuk menjadi konkret, entitas matematika bukanlah objek yang ada di dunia empiris tetapi ciptaan abstraksi. Selanjutnya, dalam penelitian yang ketat, tidak peduli apakah entitas yang bersangkutan memiliki atau tidak memiliki latar belakang empiris, kita tidak dapat mengandalkan intuisi tetapi pada deduksi dari definisi yang sesuai. Oleh karena itu, (mengutip pernyataannya sendiri Y. Zheng, 1991b) proses abstraksi matematis sesungguhnya merupakan suatu kegiatan konstruksi. Artinya, entitas matematika dibangun oleh definisi yang sesuai, dan hanya dengan proses 'konstruksi logis' entitas matematika yang sesuai dapat ditransfer dari ciptaan batin 'ke keberadaan independen luar'. Selanjutnya karena entitas matematika bukanlah objek di dunia empiris, studi entitas matematika harus mencakup proses 'penciptaan kembali'. Artinya, orang harus benar-benar membangun entitas matematika yang sesuai dalam pikiran, sehingga apa yang telah 'diobjektifkan' dengan bantuan bahasa dapat ditransfer kembali ke 'elemen batin dari pikiran'.

3. Menuju Filsafat Pendidikan Matematika

Zheng Yuxin menyatakan, disatu sisi filsafat matematika sebagai analisis filosofis matematika memiliki masalah khusus. Jika dibandingkan dengan masalah-masalah tersebut di atas, ontologi dan epistemologi matematika lebih bersifat mendasar. Ontologi matematika dapat digambarkan sebagai: Apakah entitas matematika memiliki keberadaan yang independen? Jika jawabannya 'ya', maka keberadaan

macam apakah itu; jika jawabannya 'tidak', apa arti matematika? Di sisi lain epistemologi matematika memfokuskan pada apakah pernyataan matematika apriori atau empiris. Sambal mengarahkan pembaca untuk melihat Y. Zheng, 1991, Zheng Yuxin menyatakan Fakta bahwa ontologi dan epistemologi matematika telah menduduki posisi penting dalam filsafat matematika adalah hasil alami dari kekhususan matematika, terutama keabstrakannya dan hanya untuk alasan ini, meskipun ada beberapa arah baru di bidang filsafat matematika sejak tahun enam puluhan, setiap teori sistematis dalam filsafat matematika masih harus memberikan jawaban yang pasti (atau analisis rinci) untuk ontologi dan epistemologi matematika. Untuk mendukung pernyataannya, Zheng Yuxin mengutip pernyataan dari P. Benacerraf dalam makalahnya yang berjudul *Mathematical Truth*. P. Benacerraf (1983) menyatakan kesulitan dalam studi filsafat matematika hanya terletak pada dilema ontologi dan epistemologi matematika". ontologi selalu memiliki defisit serius dalam epistemologi, sedangkan yang lain yang memuaskan dalam epistemologi selalu memiliki defisit dalam ontologi. Namun, semua diskusi ini tampaknya tidak memiliki implikasi penting untuk pendidikan matematika.

Tentang Di sisi lain, landasan teoritis pendidikan matematika jelas harus mencakup isi sebagai berikut:

- a. Pandangan Matematika Ini adalah jawaban atas pertanyaan 'apa itu matematika'. Ini harus mencakup tidak hanya analisis tentang hubungan antara pengetahuan matematika objektif. dan kegiatan kreatif manusia, tetapi juga merupakan penjelasan dari subjek

(dan sifat) matematika. menurut pandangan modern, matematika harus didefinisikan sebagai 'ilmu pola' (lih. L. Steen, 1988 dan Y. Zheng, 1991), dan definisi ini tampaknya menjadi konfirmasi dari dualitas matematika, yaitu deskriptif dan preskriptif.

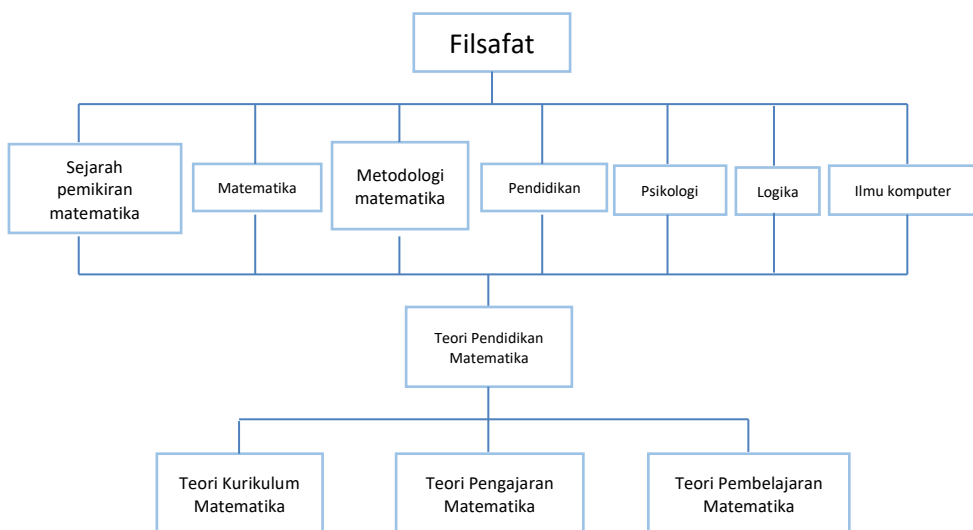
- b. Analisis Hakikat Pembelajaran Matematika Berbeda dengan kajian epistemologi dalam filsafat matematika, tujuan akhir dari analisis pembelajaran matematika bukanlah untuk mendapatkan kesimpulan yang pasti tentang sifat apriori dan empiris dari pernyataan matematika melainkan untuk mempelajari proses informasi yang sebenarnya dari pikiran dan menjelaskan implikasinya bagi pendidikan matematika. Oleh karena itu, pertanyaan kuncinya di sini adalah apakah pembelajaran matematika merupakan proses transmisi informasi yang berpusat pada guru atau kegiatan penemuan (kreasi ulang) oleh siswa. Selain itu, dari sudut pandang sosial budaya, ada juga pertanyaan apakah pendidikan matematika merupakan kegiatan yang terisolasi atau merupakan bagian organik dari keseluruhan sistem budaya manusia.
- c. Tujuan Pendidikan Matematika Sebagai kegiatan sadar manusia. pendidikan matematika memiliki tujuan yang pasti yang harus mencerminkan fitur waktu, yaitu harus memenuhi kebutuhan waktu dan mencerminkan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Khususnya, kita harus menganalisis dengan cermat pengaruh besar pendidikan matematika yang diberikan oleh transisi dari era industri ke era informasi dan perkembangan pesat teknologi komputer. Sebagai contoh, sebagai era

informasi dalam arti 'usia matematika', perkembangan masyarakat telah membuat standar yang lebih tinggi untuk setiap siswa kebutuhan sejarah untuk pendidikan matematika (NRC, 1990, 1991).

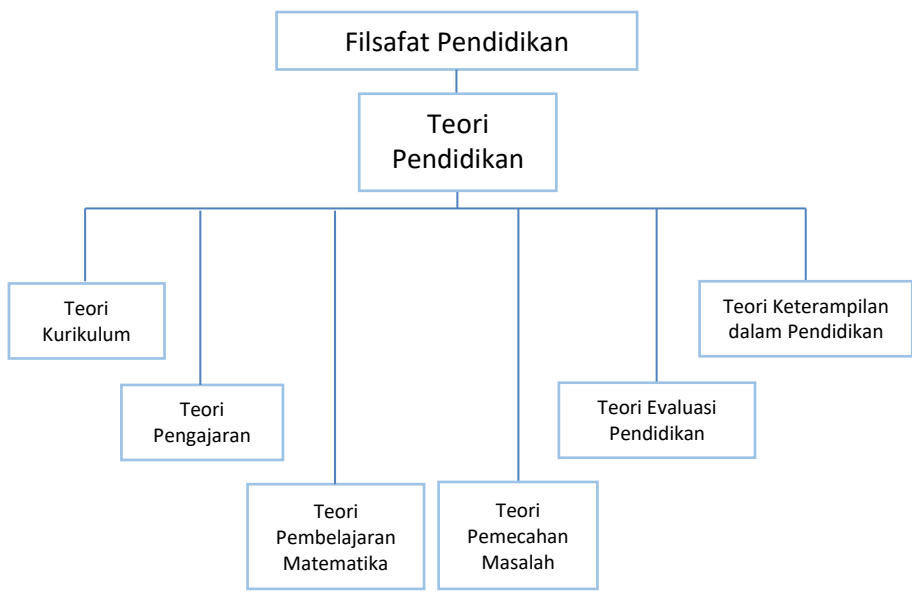
Selain itu, Zheng Yuxin menambahkan bahwa perkembangan pesat teknologi komputer tidak hanya menawarkan alat yang efisien tetapi juga membuka prospek baru bagi pendidikan matematika. Misalnya, dengan bantuan komputer, orang dapat benar-benar dibebaskan dari pengaruh konsepsi tradisional pendidikan matematika yang menekankan keterampilan yang sangat rutin, dan kemudian berkonsentrasi pada peningkatan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah. Dengan pembahasan di atas, sekarang kita dapat melihat dengan jelas bahwa ada beberapa hubungan penting dan perbedaan antara filsafat matematika dan landasan teoritis pendidikan matematika. Terlebih lagi, jelas bahwa kita juga harus membedakan konsepsi naif pendidikan matematika dari teori-teori sistematis.

Oleh karena itu, ada kebutuhan yang mendalam untuk memperkenalkan konsep 'filsafat pendidikan matematika'. Secara eksplisit, filsafat pendidikan matematika terutama terdiri dari konten berikut: pandangan matematika, analisis sifat pembelajaran matematika (dan pengajaran), dan tujuan pendidikan matematika; dan secara keseluruhan membentuk landasan teoritis untuk pendidikan matematika. Untuk memperjelas, Zheng Yuxin membuat komentar tentang pandangan paling populer terkait pendidikan matematika di Cina. Menurut pandangan ini, teori pendidikan matematika terutama terdiri dari tiga bagian

berikut: teori kurikulum matematika, teori pengajaran matematika, dan teori pembelajaran matematika. Zheng Yuxin juga mengutip tulisan Cao Cai-han (1989) yang menyatakan Landasan teoritis teori pendidikan matematika meliputi mata pelajaran berikut: materialisme dialektis (filsafat), matematika, pendidikan, psikologi, logika, dan ilmu komputer. Dari pandangan-pandangan tersebut, Zheng Yuxin kemudian membuat kerangka dasar teori pendidikan matematika sebagai berikut:



Gambar 1



Gambar 2

Diakhir, Zheng Yuxin mengutip pernyataan P. Ernest, 1990 yang menyatakan bahwa yang harus ditekankan adalah bahwa meskipun sudah ada beberapa pekerjaan awal ke arah ini, filsafat pendidikan matematika masih merupakan bidang baru yang menunggu studi lebih lanjut. Zheng Yuxin menyatakan Dari pembahasan di atas, dapat dilihat bahwa sistematika pembentukan teori filsafat pendidikan matematika membutuhkan kerjasama antara para filosof dan pendidik. Sebenarnya yang terpenting adalah mengintrospeksi konsep pendidikan matematika itu sendiri, sehingga dapat berpindah dari konsepsi lama yang terbelakang ke konsepsi pendidikan matematika yang maju dan ilmiah. Kenyataannya, seperti yang ditunjukkan Everybody Counts, yang merupakan dokumen penting lainnya untuk perkembangan baru pendidikan matematika

di AS, transisi berikut akan mendominasi proses perubahan selama sisa abad ini.

Transisi 1: Fokus matematika sekolah bergeser dari misi dualisme-matematika minimal untuk mayoritas, matematika lanjutan untuk beberapa-ke fokus tunggal pada inti umum matematika yang signifikan untuk semua siswa.

Transisi 2: Pengajaran matematika bergeser dari model otoriter berdasarkan "transmisi pengetahuan" ke praktik yang berpusat pada siswa yang menampilkan "stimulasi belajar."

Transisi 3: Pengajaran Matematika bergeser dari keasyikan dengan menanamkan keterampilan rutin ke pengembangan luas berbasis kekuatan matematika.

Transisi ini tentu tidak dapat dilakukan secara spontan dalam praktik. justru sebaliknya, 'naif' dalam filsafat selalu membuat orang menjadi budak dari beberapa filsafat 'modern', tetapi pada saat yang sama 'buruk'. Misalnya, apa yang disebut 'pandangan konstruktivis radikal' yang tampaknya menjadi 'mode modern' dalam dunia pendidikan matematika di Amerika Serikat, sebenarnya merupakan revisi dari intuisiisme dalam filsafat matematika. Dan sebagai intuisiisme tentu mengarah ke 'mistisisme matematika' dan 'solipsisme matematika' dengan penolakan keterwakilan dan objektivitas matematika, pandangan filosofis ini telah banyak dikritik. Jelas, itu menunjukkan lebih jelas pentingnya studi filsafat pendidikan matematika, dan pada gilirannya juga dapat dianggap sebagai dorongan

bagi pendidikan matematika untuk pengembangan lebih lanjut dari filsafat matematika dan filsafat pada umumnya.

DISKUSI

Jika diperhatikan, argumen yang dibangun oleh Zheng Yuxin di atas tentang perkembangan modern pendidikan matematika dan filsafat matematika, tentu kita dapat melihat bahwa penelitian modern dalam filsafat matematika yang telah menawarkan landasan ideologis penting bagi gerakan pembaruan pendidikan matematika di dunia. Amerika Serikat Misalnya, penekanan pada pemecahan masalah jelas merupakan konsekuensi yang diperlukan dari pandangan manusia tentang matematika.

Inti dari gerakan pembaruan pendidikan matematika hanyalah pengakuan bahwa matematika sekolah di bawah tradisi lama bukanlah matematika sejati, dan gagasan 'berfokus pada pemecahan masalah' pada gilirannya adalah menempatkan siswa dalam situasi yang sama dengan matematikawan.

Selama lebih dari dua ribu tahun, matematika telah dilihat sebagai tubuh kebenaran sempurna yang jauh dari urusan dan nilai-nilai kemanusiaan. Pandangan ini sedang ditantang oleh semakin banyak filsuf matematika. Pandangan matematika yang dinamis seperti itu memiliki konsekuensi pendidikan yang kuat. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan T. Romberg, (1991) yang mengatakan tujuan pengajaran matematika perlu mencakup pemberdayaan peserta didik untuk menciptakan pengetahuan matematika mereka sendiri. Ketika

matematika dilihat dengan cara ini, matematika perlu dipelajari dalam konteks kehidupan yang bermakna dan relevan bagi pelajar, termasuk bahasa, budaya, dan kehidupan sehari-hari mereka, serta pengalaman berbasis sekolah mereka.

Selanjutnya, meskipun konstruktivis adalah terminologi baru dalam dunia pendidikan matematika, itu cukup akrab bagi para filsuf matematika. Oleh karena itu, 'kebangkitan' pandangan konstruktivis tentang pembelajaran dan pengajaran matematika dapat dianggap sebagai perpanjangan atau transisi dari filsafat matematika ke pendidikan matematika. Apa yang juga harus dicatat adalah bahwa, pendidik matematika telah menemukan penerangan penting untuk instruksi dari studi modern tentang filsafat matematika dan filsafat ilmu secara umum. Sebagai contoh, berdasarkan pembahasan tentang revolusi ilmiah, khususnya tentang transisi 'paradigma' dalam filsafat ilmu, beberapa pendidik matematika menyarankan bahwa pembentukan 'konflik konseptual' adalah cara yang diperlukan dan efisien untuk mempromosikan pemikiran matematis siswa, terutama untuk koreksi ide-ide mereka yang salah.

Pendekatan sosial budaya untuk pendidikan matematika jelas berhubungan langsung dengan studi sosial budaya matematika. Sebagai contoh, sesuai dengan konsep 'komunitas matematika', pendidik matematika telah memperkenalkan konsep 'komunitas pendidikan matematika', yang terdiri dari guru matematika, peneliti pendidikan matematika, direktur pelatihan guru matematika, pengawas kurikulum matematika, pembuat

kebijakan untuk pendidikan matematika, perancang ujian matematika dan sebagainya, dan ciri utama dari komunitas pendidikan matematika juga adalah bahwa semua anggotanya berbagi konsepsi pendidikan matematika yang agak sama.

Pembahasan di atas menunjukkan dengan jelas hubungan penting antara filsafat matematika dan pendidikan matematika; namun, pada saat yang sama kita tidak boleh mengidentifikasi filosofi matematika dengan landasan teoritis pendidikan matematika. Dengan kata lain, pendidikan matematika harus memiliki landasan teori yang relatif mandiri. Bahkan, setiap mata pelajaran memiliki sejarahnya sendiri yang selama itu ia membentuk bidang, masalah, dan teorinya yang khusus. Dengan pandangan ini, kita dapat melihat dengan jelas perbedaan antara filsafat matematika dan landasan teoritis pendidikan matematika.

Setelah mengkaji beberapa hal di atas seperti “Perkembangan modern pendidikan matematika, hubungan antara filsafat matematika dan pendidikan matematika, serta menuju filsafat pendidikan matematika”, Zheng Yuxin merasa ada yang kurang dengan pandangan paling populer tentang teori pendidikan matematika di Cina yang terdiri dari tiga bagian yaitu teori kurikulum matematika, teori pengajaran matematika, dan teori pembelajaran matematika. Maka dari itu, Zheng Yuxin menambahkan tiga bagian lain dari teori pendidikan matematika (lihat Gambar 2) yaitu teori pemecahan masalah, teori evaluasi pendidikan matematika, dan teori keterampilan dalam pendidikan matematika.

Secara keseluruhan, landasan teoritis pendidikan matematika yang paling populer di Cina ditambah dengan yang ditawarkan oleh Zheng Yuxin ada 6 teori dasar, yaitu: (1) Teori kurikulum matematika, (2) Teori pengajaran matematika, (3) Teori pembelajaran matematika, (4) Teori pemecahan masalah, (5) Teori evaluasi pendidikan matematika dan (6) Teori keterampilan dalam pendidikan matematika.

1. Teori kurikulum matematika

Teori kurikulum matematika pertama kali dikemukakan oleh John Dewey pada tahun 1916. Dewey merupakan filsuf, sosiolog, dan psikolog Amerika Serikat yang terkenal dengan teori kurikulumnya yang bernama "teori kurikulum progresif". Teori ini menekankan pada pentingnya pengalaman praktis dan pembelajaran langsung pada proses pembelajaran. Menurut Dewey tujuan utama kurikulum matematika adalah untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan untuk berpikir secara logis dan menyelesaikan masalah matematika dalam kehidupan sehari-hari. Teori yang dikemukakan oleh Dewey terus berkembang hingga sekarang dan masih menjadi salah satu teori kurikulum yang terkenal dalam dunia pendidikan.

2. Teori pengajaran matematika

Teori pengajaran matematika pertama kali dikemukakan oleh John Amos Comenius pada abad ke-17. Comenius adalah seorang guru filsuf dan teolog Prancis yang terkenal dengan teori pengajarannya yang bernama "teori ilustrasi". Menurut teori ini, tujuan utama pengajaran matematika adalah untuk membantu siswa

memahami prinsip-prinsip dasar matematika dengan menggunakan contoh-contoh dan ilustrasi yang mudah dipahami. Comenius juga menekankan pentingnya pembelajaran langsung dan pengalaman praktis dalam proses pembelajaran matematika. Teori pengajaran matematika yang dikemukakan oleh Comenius terus berkembang hingga sekarang dan masih menjadi salah satu teori pengajaran yang terkenal dalam dunia pendidikan.

3. Teori pembelajaran matematika

Teori pembelajaran matematika pertama kali dikemukakan oleh Jean Piaget pada tahun 1950an. Piaget adalah seorang psikolog Swiss yang terkenal dengan teori pembelajarannya yang bernama "teori konstruktivisme". Menurut teori ini, siswa membangun pengetahuan matematika mereka melalui proses pemahaman dan interpretasi terhadap pengalaman-pengalaman yang mereka alami. Piaget juga menekankan pentingnya pembelajaran langsung dalam proses pembelajaran matematika dan memandang bahwa siswa memiliki kemampuan untuk mengembangkan kemampuan matematikanya secara mandiri. Teori pembelajaran matematika yang dikemukakan oleh Piaget terus berkembang hingga sekarang dan masih menjadi salah satu teori pembelajaran yang terkenal dalam dunia pendidikan.

4. Teori pemecahan masalah

Teori pemecahan masalah matematika pertama kali dikemukakan oleh George Polya dalam bukunya yang berjudul "How to solve it" (bagaimana memecahkannya)

yang diterbitkan pada tahun 1945. Polya merupakan seorang matematikawan asal Hungaria yang terkenal kontribusinya dalam bidang analisis real dan teori pemecahan masalah.

Dalam buku tersebut, Polya mengemukakan langkah-langkah yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah matematika secara sistematis. (1) memahami masalah yang akan diselesaikan, (2) menentukan tujuan yang ingin dicapai, (3) mencari informasi yang diperlukan, (4) menentukan strategi yang tepat untuk memecahkan masalah, (5) memecahkan masalah sesuai dengan strategi yang telah ditentukan, dan (6) mengkonfirmasi bahwa informasi yang ditemukan benar dan lengkap.

Teori pemecahan masalah yang dikemukakan oleh Polya sangat bermanfaat bagi para siswa dan mahasiswa yang ingin belajar memecahkan masalah matematika secara efektif dan efisien. Buku "how to solve it" masih terus diterbitkan dan digunakan sebagai salah satu acuan dasar dalam pembelajaran matematika di sekolah-sekolah dan perguruan tinggi di seluruh dunia.

5. Teori evaluasi pendidikan matematika

Teori evaluasi pendidikan matematika pertama kali dikemukakan oleh Bloom dalam bukunya yang berjudul "Taxonomy of education objectives: The classification of educational goals" yang diterbitkan pada tahun 1956. Bloom merupakan seorang psikolog pendidikan asal Amerika Serikat yang terkenal dengan kontribusinya dalam bidang evaluasi pendidikan.

Dalam buku tersebut, Bloom mengemukakan sebuah sistem klasifikasi yang disebut “Taxonomi Bloom” yang dapat digunakan untuk mengevaluasi tujuan pendidikan dan menentukan tingkat kinerja siswa. Taxonomi Bloom terdiri atas enam tingkatan kognitif, yaitu: (1) mengetahui (memahami informasi yang diberikan), (2) mengerti (memahami makna informasi yang diberikan), (3) menerapkan (menggunakan informasi yang diberikan untuk menyelesaikan masalah), (4) menganalisis (memisahkan informasi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan mengklasifikasikannya), (5) menilai (memberikan penilaian terhadap informasi yang diberikan, dan (6) mencipta (menciptakan sesuatu yang baru dengan menggunakan informasi yang diberikan)

Teori evaluasi pendidikan yang dikemukakan oleh Bloom sangat bermanfaat bagi guru dan pengajar yang ingin mengevaluasi kinerja siswa secara efektif dan tepat sasaran. Taxonomi Bloom masih terus digunakan sebagai salah satu acuan dasar dalam evaluasi pendidikan di sekolah-sekolah dan perguruan tinggi di seluruh dunia.

6. Teori keterampilan dalam pendidikan matematika

Teori keterampilan pendidikan matematika pertama kali dikemukakan oleh John Dewey pada tahun 1916 dalam bukunya yang berjudul “Democracy and Education”. Dewey mengemukakan bahwa pendidikan matematika harus memfokuskan pengembangan keterampilan matematika siswa, bukan hanya mengajarkan konsep dan prinsip-prinsip matematika secara teoritis saja. Menurut Dewey, siswa harus memiliki keterampilan matematika yang praktis dan

dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti menghitung, menganalisis, dan memecahkan masalah. Dewey percaya bahwa dengan mengembangkan keterampilan matematika siswa, maka siswa akan lebih memahami konsep dan prinsip matematika dan dapat menggunakannya secara efektif dalam kehidupan sehari-hari.

SIMPULAN

Pembahasan di atas menunjukkan dengan jelas hubungan penting antara filsafat matematika dan pendidikan matematika. Namun pada saat yang sama kita tidak boleh mengidentifikasi filsafat matematika dengan landasan teoritis pendidikan matematika. Dengan kata lain, pendidikan matematika harus memiliki landasan teori yang relatif mandiri. Bahkan, setiap mata pelajaran memiliki sejarahnya sendiri yang selama itu ia membentuk bidang, masalah, dan teorinya yang khusus. Dengan pandangan ini, kita dapat melihat dengan jelas perbedaan antara filsafat matematika dan landasan teoritis pendidikan matematika.

Filsafat pendidikan matematika terutama terdiri dari konten berikut: pandangan matematika, analisis sifat pembelajaran matematika, dan tujuan pendidikan matematika. Secara keseluruhan, Filsafat pendidikan matematika membentuk landasan teoritis untuk pendidikan matematika. Adapun landasan teoritis pendidikan matematika yang dimaksud yaitu (1) Teori kurikulum matematika, (2) Teori pengajaran matematika, (3) Teori

pembelajaran matematika, (4) Teori pemecahan masalah, (5) teori evaluasi pendidikan matematika dan (6) Teori keterampilan dalam pendidikan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Zheng, Y. (1994). *Philosophy of Mathematics, Mathematics Education, and Philosophy of Mathematics Education*. Humanistic Mathematics Network Journal, 1(9), 9.
- Benacerraf, P. & Putnam, H. (ed). (1983). *Philosophy of Mathematics, second edition*. Cambridge Univer. Press.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1 Cognitive Domain*. New York: David McKay
- Cao, C. & Cai, J. (1989). *Introduction to the Theory of Mathematics Education (in Chinese)*. Jiangsu Educational Publishing House, P.R.C.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education*. New York: Macmillan.
- Ernest, P. (1990). *The Philosophy of Mathematics Education*. The Falmer Press.
- Kilpatrick, J. (1992). *A History of Research in Mathematics Education, in D. Grouuws ed. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. pp. 3-38.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*.
- National Research Council. (1990). *Reshaping School Mathematics: A Philosophy and Framework for Curriculum*.
- National Research Council. (1991). *Moving Beyond Myths: Revitalizing Undergraduate Mathematics*.

- Piaget, J. (1955). *The Child's Construction of Reality*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Pólya, George (1945). *How to Solve It*. Princeton University Press. ISBN 0-691-08097-6.
- Romberg, T. (1991). *Classroom Institutions which Foster Mathematical Thinking and Problem Solving: Connection between Theory and Practice*.
- Romberg, T. (1991). *Problematic features of the School Mathematics Curriculum*.
- Steen, L. (1988). The Science of Patterns, *Science* 240,61 1 -616.
- Wilder, R. (1981). *Mathematics as a Cultural System*. Pergamon Press.
- Zheng, Y. (1991b). *Philosophy of Mathematics in China*. *Philosophia Mathematica*, Vol. 6, No. 2. 174-199.

Biodata Penulis

Dedi Rahman Siolimbona, lahir di Fakfak pada 03 Agustus 1994 dan sekarang menetap di Surabaya. Menyelesaikan pendidikan dasar di MIN Fakfak tahun 2006, pendidikan menengah di SMPN 2 Fakfak tahun 2009 dan SMAN 2 Fakfak tahun 2012. S1 di Universitas Dr Soetomo pada tahun 2016, S2 di Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2021, dan Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya.

TRANSFORMASI KRITIS FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA

Elly Anjarsari

elly.22007@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Pada bidang pendidikan matematika, tidak bisa terhindar dari pertanyaan umum mengenai tujuan pendidikan, serta pertanyaan yang lebih spesifik mengenai pengajaran dan pembelajaran. Dalam pembelajaran tersebut terdapat metodologi dan landasan teoritis pendidikan matematika. Pendidikan membutuhkan filsafat karena masalah-masalah pendidikan tidak hanya menyangkut pelaksanaan pendidikan yang dibatasi oleh pengalaman, tetapi masalah-masalah yang lebih luas, lebih dalam, serta lebih kompleks, yang tidak dibatasi pengalaman maupun fakta-fakta pendidikan, dan tidak memungkinkan dapat dijangkau oleh sains pendidikan. Filsafat pendidikan matematika sangat berpengaruh dalam membentuk bidang penyelidikan, menunjukkan bahwa filsafat pendidikan matematika berputar disekitar dua sumbu. Di satu sisi, filsafat matematika berkaitan dengan aspek filosofis penelitian dalam pendidikan matematika. Disisi lain, berkaitan dengan tujuan pendidikan matematika. Filosofi pendidikan matematika menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti pemahaman kita, makna yang kita kaitkan dengan matematika dan sifatnya, mencakup tentang tujuan belajar-mengajar matematika, arti belajar-mengajar matematika serta hubungan antara matematika dan masyarakat. Beberapa masalah dalam pendidikan matematika dan penelitian pendidikan matematika memerlukan ruang refleksi kritis yang diisi oleh filsafat pendidikan matematika. Peran filosofi diarahkan untuk menganalisis pertanyaan

tantangan praktek pendidikan matematika, serta kebijakan pendidikan dan penelitian. Penulis berpendapat bahwa kita harus melangkah lebih jauh dan mengambil tindakan, menganalisis pertanyaan, dan membuat kritikan melalui gerakan bersama pada transformasi pendidikan matematika saat ini. Dalam pengertian inilah filsafat pendidikan matematika muncul untuk memahami, mengkritik, dan mengubah tujuan pendidikan matematika dan praktik konkretnya. Untuk itu penulis ingin menyampaikan bahwa yang kita butuhkan adalah *kritis* dan *transformatif* filosofi pendidikan matematika.

Kata kunci: Transformasi kritis filsafat, filsafat pendidikan matematika, ekonomisme pendidikan matematika

PENDAHULUAN

Secara tradisional, matematika telah dipandang sebagai paradigma pengetahuan tertentu. Euclid mendirikan struktur logika yang luar biasa hampir 2.500 tahun lalu, yang sampai akhir abad kesembilan belas diambil sebagai paradigma untuk mendirikan kebenaran dan kepastian. Newton menggunakan unsur-unsur logika dalam bukunya *Principia*, dan Spinoza juga menggunakannya dalam bukunya *Ethics*, untuk memperkuat klaim mereka menjelaskan kebenaran secara sistematis. Jadi kita mulai dengan pertanyaan, apa itu ilmu pengetahuan? pertanyaan tentang apa itu ilmu pengetahuan merupakan jantung filsafat, dan pengetahuan matematika memainkan peran khusus. Jawaban filosofis standar untuk pertanyaan ini adalah bahwa pengetahuan adalah kepercayaan yang dibenarkan. Lebih tepatnya, bahwa pengetahuan

proposisional terdiri dari proposisi yang diterima (yaitu, dipercaya), asalkan ada dasar yang memadai untuk menegaskannya (Sheffler,; 1965; Chisholm, 1966; Wozzley, 1949).

Manusia adalah makhluk bertanya. Mula-mula bertanya "Apa". Untuk menjawab "apa" dibutuhkan nama. Tetapi manusia belum puas, kemudian bertanya "Mengapa". Untuk ini dibutuhkan gagasan. Titik-titik air yang jatuh dari langit Anda memberi nama "hujan". „Hujan“ adalah jawaban untuk pertanyaan „apa“. Tetapi tidak untuk pertanyaan „mengapa“. Untuk yang terakhir ini jawabannya terletak pada akal manusia. Akal inilah yang mengamati, menimbang-nimbang, kemudian menarik kesimpulan „mengapa“. Inilah hakikat ilmu atau sains. Ilmu selalu berusaha mencari dan merumuskan hukum-hukum yang berlaku yang ada di balik peristiwa-peristiwa atau kenyataan-kenyataan tertentu. Ilmu berusaha menjawab pertanyaan "Mengapa ia begitu?", sedangkan filsafat berusaha menjawab "Apa hakikat sesuatu". Dengan demikian ada filsafat ilmu, filsafat bahasa, filsafat hukum, filsafat matematika, filsafat pendidikan, filsafat agama, dan bahkan filsafat dari filsafat.

Jawaban yang dapat ditawarkan berdasarkan pertanyaan sebelumnya melampaui matematika itu sendiri. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan itu, perlu melangkah wilayah baru. Kita perlu membenamkan diri dalam serangkaian domain teoritis seperti sejarah, politik, ontology, metafisika, estetika, epistemology, antropologi, etika, dan filsafat kritis (Ernest, 2009).

Dalam artikel-artikel pada volume ini, penulis mendiskripsikan pertanyaan yang berbeda dan mencoba menjawabnya melalui perspektif yang berbeda. Beberapa bab menjelaskan disekitar hal-hal filosofis tentang Bahasa, pedagogi, dan konsepsi matematika. Bab-bab lain menginterogasi asumsi kita yang sering diterima begitu saja tentang pengajaran dan pembelajaran, tentang sifat-sifat matematika, dan peran matematika dalam masyarakat serta dalam pembentukan guru dan siswa.

A. PERAN MATEMATIKA DALAM MASYARAKAT

Misalnya pertanyaan mengenai hubungan antara matematika dan masyarakat. Sejak jaman dahulu, sekolah udah dikaitkan dengan kebutuhan masyarakat. Pendidikan para ahli Taurat di Mesopotamia adalah contohnya. Ahli Taurat Mesopotamia berperan penting dalam organisasi dan administrasi kota (Hyrup, 2007). Matematika yang mereka pelajari dan praktikkan sangat berpengaruh dalam pengukuran dan pembagian tanah, pemungutan pajak, perhitungan jumlah makanan yang akan dibagikan kepada prajurit, dll.

Sedangkan pada matematika yang dihasilkan oleh Babilonia dan yang dipelajari guru serta siswa di sekolah, matematika Babilonia merujuk pada seluruh matematika yang dikembangkan oleh bangsa Mesopotamia (kini Iraq) sejak permulaan Sumeria hingga permulaan peradaban Helenistik. Dinamai "Matematika Babilonia" karena peran utama kawasan Babilonia sebagai tempat untuk belajar. Pada zaman peradaban helenistik, Matematika Babilonia berpadu dengan Matematika Yunani dan Mesir untuk

membangkitkan Matematika Yunani. Kemudian di bawah Kekhalifahan Islam, Mesopotamia, terkhusus Baghdad, sekali lagi menjadi pusat penting pengkajian Matematika Islam. Mesir, pengetahuan Matematika Babilonia diturunkan dari lebih daripada 400 lempengan tanah liat yang digali sejak 1850-an. Lempengan ditulis dalam tulisan paku ketika tanah liat masih basah, dan dibakar di dalam tungku atau dijemur di bawah terik matahari. Sebagian besar lempengan tanah liat yang sudah diketahui berasal dari tahun 1800 sampai 1600 SM, dan meliputi topik topik pecahan, aljabar, persamaan kuadrat dan kubik, dan perhitungan bilangan regular, invers perkalian, dan bilangan prima kembar.

Berdasarkan contoh-contoh diatas adalah bahwa matematika yang diproduksi dan dibayangkan dalam konteks sejarah dan budaya tertentu terkait dengan ide, nilai, minat, dan kebutuhan konteks sejarah matematika. Dalam istilah lain, matematika selalu *membiasakan (membelokkan)* ide, nilai, minat dan kebutuhan masyarakat dari mana ia muncul. Dalam pengertian inilah matematika dapat dikatakan selalu bersifat *ideologis* (yaitu, bukan sebagai sesuatu yang menyampaikan potret palsu mewujudkan realitas budaya, tetapi sebagai sesuatu yang mewujudkan *cita-cita* dan ketegangan konteks sosiokulturalnya sendiri).

Berbeda di Akademi Plato, di mana matematika, sebagai lawan dari matematika Babilonia yang sensual dan kinestetik, dianggap tidak berhubungan dengan hal-hal praktis. Memahami matematika tidak terkait dengan hal-hal praktis syang mana sudah merupakan hasil dari sikap ideologis. Plato tentang filsafat pada umumnya dan

matematika pada khususnya muncul dan berkembang selama gejolak Perang Peloponnesia antara Athena dan Sparta dan rezim oligarki Athena pasca-perang yang didirikan oleh Sparta. Tepat sebelum perang Athena mengalami pertumbuhan penduduk. Orang Athena pada waktu itu melihat kebangkitan perdagangan, dan munculnya kelas sosial baru, yang mengarah ke restrukturisasi sosial di mana nilai-nilai lama elit terguncang.

Dalam pandangan Plato, matematika bukanlah tentang perhitungan atau penggunaan instrumen mekanis (Radford, 2003, 2008). Dalam konsepsi Plato, bentuk-bentuk matematika (objek matematika) memiliki batas-batas pembatas yang memungkinkan untuk secara jelas membedakan satu bentuk dari bentuk lainnya (misalnya segitiga dapat dibedakan dari bujur sangkar dengan pasti; sebaliknya batas-batas yang memisahkan keberanian dari yang belum tentu hasilnya tidak selalu jelas). Selain fitur batas objeknya, dalam matematika, melalui *berpikir*, "kita mendapatkan akses ke entitas stabil formal yang murni dapat dipahami" (Roochnik, 1994, hlm. 559). Inilah sebabnya, dalam pandangan Platon, matematika menawarkan model paradigmatik pengetahuan yang jelas dan otoriter (berkuasa), di mana seseorang dapat "mengeser (pandangannya, menjauh dari yang masuk akal menuju yang abstrak" hal. 559), dan matematika menjadi investasi dengan nilai moral.

B. Ekonomisme Pendidikan

Sebagai ekspresi masyarakatnya, matematika muncul sebagai perubahan cara pengetahuan diekspresikan secara

ideologis dan kekuasaan diberikan. Namun, tata krama di mana matematika pada umumnya dan matematika yang kita ajarkan di sekolah mewujudkan perubahan ideologis seperti itu perlu dijabarkan secara rinci. Di sinilah penulis menemukan ikrar filsafat pendidikan matematika yang paling disambut baik. Dalam pandangan penulis, filsafat pendidikan matematika seharusnya tidak muncul hanya sebagai bidang penyelidikan lain, tetapi sebagai upaya yang mendesak karena selalu ada hubungan antara matematika dan masyarakat, hubungan ini telah mengambil giliran yang sangat khusus selama periode di mana kita hidup. Periode sejarah kita sayangnya dapat dicirikan sebagai zaman sejarah yang belum pernah terjadi sebelumnya dari kepentingan radikal terhadap sekolah dan sistem pendidikan pada umumnya oleh kekuatan ekonomi masyarakat. Belum pernah ada sistem sekolah yang dilalap sedemikian ganas oleh salah satu komponen sekolah. Sekarang muncul sebagai lampiran ekonomi politik, yang didefinisikan oleh kapitalisme global. Dan dengan latar belakang inilah isi kurikulum ditentukan dan harapan tentang siswa dan guru ditetapkan.

Mari kita saksikan pendidikan negeri ini. Akan kita temui pendidikan sehari-hari yang terjadi dan berulang, tanpa ujung pangkal yang jelas. Karena aktivitas pendidikan adalah ide-ide yang disodorkan para penguasa kebijakan, yang sejatinya mengabaikan realitas sosial yang sesungguhnya. Kalau sudah

begitu, pendidikan yang memberikan “jarak” dari kehidupan, menjadi

semacam kematian pendidikan. Hal ini jauh dari segala tujuan yang mendasar, yaitu mengajarkan kehidupan dan praktik hidup yang baik, yang paling nyata. Pendidikan itu kehidupan dan bagaimana menghidupi atau bertahan hidup (N.V.S. Grundt- vig, *Selected Writings*. 1976: 140-41). Disadari atau tidak, penguasa kebijakan pendidikan saat ini adalah penganut idealisme. Menetapkan ide-ide kepada guru- guru yang polos. Sedangkan imbasnya, siswa khlas menerima pengetahuan yang kurang maksimal dengan lapang dada.

Merujuk pada pendidikan publik di Amerika Serikat, Lavallee mencatat bahwa tidak hanya pada praktik pendidikan dan kurikulum diambil alih oleh bisnis pendidikan, tetapi kurikulum sekolah yang tersembunyi juga telah difiltrasi oleh kapitalisme. Seperti kekuatan pendudukan kolonial, fipenerbit nirlaba, pembuat tes, perusahaan bimbingan belajar, perancang kurikulum, dan sebagainya menentukan apa yang dipelajari anak-anak kita dan bagaimana masa depan mereka (ekonomi, ideologi, dll.) akan dibentuk - bukan masyarakat dan orang tua, bukan guru, dan paling tidak bukan siswa itu sendiri (yang seharusnya memiliki suara terbesar). Seseorang tidak dapat menganggap wilayah yang diduduki sebagai ruang "publik" . (Lavallee, 2014, hlm. 6-7).

Serangan terhadap pendidikan yang dibicarakan Lavallee juga terjadi lebih jauh ke utara. Sebuah dokumen sentral yang mendefinisikan tujuan pendidikan di Ontario adalah *Achieving Excellence: A Renewed Vision of Education*. Dalam dokumen kementerian ini, yang merupakan referensi *par excellence* di provinsi kami dan membingkai semua

inisiatif Kementerian Pendidikan, pencapaian dijelaskan sebagai “meningkatkan harapan akan keterampilan tingkat tinggi yang berharga seperti berpikir kritis, komunikasi, inovasi, kreativitas, kolaborasi dan kewirausahaan” (Ontario Kemendiknas, 2014, hlm. 3). Di baris pembuka dokumen, dijelaskan salah satu sistem pendidikan terbaik di dunia. Apa buktinya? Itu berasal dari “organisasi internasional yang dihormati seperti *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD), *McKinsey & Company*, dan *National Center on Education and the Economy* di Amerika Serikat.” Mereka “semua memuji Ontario, program kami, dan hasil kami” (Kementerian Pendidikan Ontario, 2014, hlm. 2). Penulis berada di jalur yang benar. Penulis sedang mengembangkan gugus tugas yang dibutuhkan kapitalisme untuk menjaga mesin tetap berjalan yang menghasilkan komoditas yang banyak.

Yang menjadi pertanyaan mendasar adalah, mengapa terjadi kapitalisasi pendidikan? Semua manusia tentu secara eksistensial memiliki hasrat, nafsu, keinginan untuk bersenang-senang tanpa batas. Dalam persoalan ini, kesenangan yang diharapkan ditunjang oleh kepemilikan kekayaan. Kekayaan agar berlimpah ruah, maka harus dijalankan melalui sistem yang benar, misalnya, dengan modal yang paling minimum, mencapai hasil atau keuntungan yang maksimum. Sistem akumulasi modal (*capital*) inilah yang disebut dengan kapitalisme. Sementara pendidikan, adalah instrumen, obyek, barang yang dipasarkan atau dalam istilah ekonomi adalah “komoditas”.

Uraian tentang pilihan manusia untuk memperdagangkan pendidikan demi kepentingan

akumulasi kapital, bukanlah semata-mata pembicaraan mengenai etika, yaitu baik dan buruk. Penjelasan ini lebih dari itu, adalah pembicaraan tentang iman, tentang keyakinan, tentang ide yang dibela mati-matian oleh manusia itu sendiri. Dengan kata lain, sebenarnya, kapitalisme adalah sebetulnya “ideologi” yang dianut oleh sebagian orang.

Demi ideologi, siapa pun akan membela apa yang diyakininya benar. Jika kapitalisasi pendidikan itu langkah yang perlu dilakukan dan baik di mata para kapitalis pendidikan, maka itulah yang akan diperjuangkan hingga titik darah penghabisan. Kendati demikian, yang menjadi masalah sekali lagi, bukan siapa yang benar dan siapa yang salah. Masalah utamanya adalah apakah yang menjadi fondasi dari ideologi kapitalisme itu? Lalu, apakah kapitalisme yang dijalankan benar-benar baik, baik bagi siapa, akankah hal itu merugikan orang lain, atau perilaku itu menginjak martabat kemanusiaan?

Dalam pandangan penulis, filsafat pendidikan matematika adalah ruang untuk menyelidiki dan melaporkan apa yang disebut Ferreira de Oliveira sebagai “ideologi pasar”, yaitu transformasi benda, mati atau hidup, dalam elemen pasif komersialisasi” Ferreira de Oliveira, dalam Freire, 2016, hlm. 113). Ideologi pasar, dengan penekanannya pada daya saing, mereduksi manusia menjadi sarana, itu mereduksi siswa menjadi modal manusia. Sebuah atom yang dilatih untuk kemudian melompat ke dalam mesin penawaran dan permintaan yang buruk untuk memproduksi, mengkonsumsi, dan mereproduksi. Ini memutarbalikkan dasar hubungan manusia sejati, yang

mengarah ke model masyarakat terasing yang diulangi di lingkungan sekolah lagi dan lagi. Dalam konteks ini, alam, air, udara, bumi, dunia, planet, alam semesta, manusia, dan semua makhluk lainnya, pikiran mereka, organ mereka, perasaan mereka, seksualitas mereka, kecantikan mereka, tenaga kerja mereka, pengetahuan mereka, keberadaan mereka, rumah mereka dan kehidupan mereka, dianggap sebagai barang dagangan. (Ferreira de Oliveira, dalam Freire, 2016, hlm. 113) .

Manusia pebisnis pendidikan tetaplah manusia yang memiliki hasrat, baik dan buruk sekaligus. Namun, logika pasar sudah menjadi hajat hidupnya. Pasar adalah hal yang paling menentukan ke mana arah kehidupan manusia selanjutnya. Di sadari apa tidak, selama prosesi pasar berlangsung, ide-ide pasar menjadi iman yang dipercaya secara utuh dalam jiwa manusia-manusia. Dengan kata lain, ide-ide yang pada mulanya bebas nilai mulai berubah wujud dalam bentuknya yang sempurna sebagai ideologi pasar. Dalam praktik, soal-soal pasar menjadi hal yang sangat dibela, dipertahankan dan menjadi tuhan bagi manusia.

Manusia sudah kehilangan kemanusiaannya, ketika ideologi pasar menggantikan ideologi kemanusiaan. Ideologi kemanusiaan yang pada mulanya baik karena berbasis kepedulian pada sesama, kini menjadi tidak baik. Ketidakbaikan kemanusiaan menjelma, karena ideologi pasar menghakimi bahwa kemanusiaan sangat tidak menguntungkan bagi logika pasar. Hasrat, baik dan buruk menjadi samar dan pada akhirnya yang ada hanyalah “baik” saja bagi pasar.

C. Perspektif Transformatif Kritis Filosofi Pendidikan Matematika

Artikel-artikel dalam volume ini mengajukan pertanyaan yang berbeda dan mencoba menjawabnya melalui perspektif yang berbeda. Beberapa bab menjelaskan hal-hal filosofis tentang bahasa, pedagogi dan konsepsi matematika. Bab-bab lain menginterogasi asumsi yang sering kita terima begitu saja tentang pengajaran dan pembelajaran, tentang sifat matematika, dan peran matematika dalam masyarakat serta dalam pembentukan guru dan siswa.

Platonisme ditampilkan dalam beberapa makalah. Dalam kontribusinya pada volume ini, Skovsmose mengingatkan kita pada peran dimainkan oleh Platonisme dalam teori makna referensial. Teori makna referensial Platonis, catatan Skovsmose, memberikan dasar bagi logika dan banyak upaya untuk membangun matematika di atas dasar logika. Ini juga memberikan dasar bagi seluruh gerakan Matematika Baru, membangun teori himpunan tidak hanya sebagai logika tetapi juga sebagai landasan pendidikan matematika.

Otte (volume ini) membedakan berbagai bentuk Platonisme. Dalam diskusi, ia mengacu pada perbedaan antara objek dan representasinya dan peran representasi dalam pengetahuan kita tentang objek. Ada bagian yang sering dikutip di *Republik* di mana Platon menanggapi masalah ini:

Dan juga akan menyadari mereka [para ahli geometri] memanggil bantuan bentuk-bentuk yang terlihat, dan merujuk diskusi kepada mereka, meskipun mereka tidak

berpikir tentang ini, tetapi tentang hal-hal ini adalah gambar. Jadi alasan mereka melihat bujur sangkar itu sendiri, dan diagonal itu sendiri, bukan diagonal yang mereka gambar. Dan sama dengan contoh lainnya. (Plato, 2000, 510d, p. 217) Otte (volume ini) menyebutkan seorang kenalannya untuk siapa objek ideal (matematika, musik, dll.) muncul dalam "pengertian klasik dari alam semesta ide-ide abadi," sebuah konsepsi yang telah sebagian besar dianggap sebagai "konsepsi dasar matematika murni." Otte menulis: Suatu kali kami memiliki seorang rekan di jurusan matematika kami di Universitas Bonn, yang tidak mau mendengarkan musik, tetapi akan membacanya dari partiture (skor). Dia tidak mengunjungi pertunjukan musik karena dia pikir musik menjadi berubah dengan memainkannya.

Dalam pandangan Platonis tentang objek ideal ini, campur tangan manusia akan merusak kemurnian objek. Kant memiliki posisi yang serupa, meskipun tidak persis sama: karena semua pengetahuan dimulai dengan indera kita, atau seperti yang dikatakan Kant, dalam kapasitas kita untuk dipengaruhi oleh representasi objek (Kant 1781/2003, hlm. 93; A51/ 75), apa yang kita ketahui tentang objek ideal bukanlah objek itu sendiri tetapi apa yang dihasilkan dari mediasi indera kita (Radford, Arzarello, Edwards, & Sabena, 2017). Akibatnya, kita tidak dapat mengetahui objek *itu sendiri*, tetapi hanya *penampuilannya*. Anda rasakan ketika tiba-tiba turun hujan dan Anda bergegas yang mencari tempat berteduh. Tetesan ini adalah penampakan, objek dari pengalaman fenomenologis yang sedang Anda alami, bukan tetesan hujan sebagai objek ideal. Yang kita ketahui justru *bahwa*: tetesan hujan yang kita rasakan di tubuh kita, bukan

objek transendental. Kant berkata: Kami kemudian menyadari bahwa tetesan hujan bukan hanya penampilan belaka, tetapi bahkan bentuknya yang bulat, bahkan ruang di mana mereka jatuh, bukanlah apa-apa dalam dirinya sendiri, tetapi hanya modifikasi atau bentuk fundamental dari intuisi kita yang masuk akal, dan bahwa objek transendental tetap tidak kita ketahui (Kant 1781/2003, hlm. 85; A46/63).

Ini adalah argumen di balik relativisme epistemologis Kant. Dalam kasus kenalan Otte, masalahnya bukanlah ketidakmungkinan aksesibilitas manusia ke objek ideal, tetapi kenyataan bahwa representasinya (di sini pertunjukan musik orkestra) tampaknya pada akhirnya mewakili sesuatu yang lain sebuah yang berubah versi karya musik.

Tanpa ragu, Platonisme memiliki kursi istimewa di meja ahli matematika. Matematikawan para yang menghubungkan objek-objek ideal sebuah eksistensi yang tidak bergantung pada kerja manusia tentu memiliki konsekuensi dalam cara penelitian yang dilakukan. Tidaklah sama untuk berasumsi bahwa Anda menciptakan sesuatu dengan berasumsi bahwa Anda menemukannya. Peraih medali Fields Prancis 2010 Cédric Villani mengajukan pertanyaan ini sebagai berikut:

Tentu saja, pemikiran filosofis dapat memengaruhi cara penelitian yang dilakukan dalam matematika, dalam arti bahwa jika seseorang diyakinkan bahwa ada sesuatu yang intrinsik untuk ditemukan, seseorang tidak akan terlihat dengan cara yang sama seolah-olah dia diyakinkan bahwa itu adalah gerakan konstruksi manusia. Kita tidak akan memilikir eflek yang sama, ketegangan yang tidak

sama (Villani, dalam Cartier, Dhombres, Heinzmann, & Villani, 2012, p. 60).

Dan seperti banyak matematikawan (Bernays, 1935), Villani mengakui dirinya sebagai salah satu yang mengadopsi harmoni yang sudah ada sebelumnya yang sudah menunggu untuk ditemukan : Saya salah satu dari mereka yang percaya bahwa ada harmoni yang sudah ada sebelumnya dan pada masalah tertentu, akan mencari bongkahan, diyakinkan bahwa itu ada. Saya adalah salah satu dari mereka yang mencari keajaiban, bukan dari mereka yang akan menciptakannya atau mencari sesuatu yang sangat pintar dengan sumber daya mereka sendiri (Villani, dalam Cartier et al., 2012, p. 60).

Sejumlah makalah dalam volume ini membahas berbagai pertanyaan lain yang diidentifikasi oleh Ernest dalam tinjauannya tentang filsafat pendidikan matematika. Pertanyaan-pertanyaan ini lebih berkaitan dengan hubungan antara matematika dan masyarakat. Andrade-Molina, Valero dan Ravn meneliti peran pendidikan matematika dalam menghasilkan anak-anak dari jenis tertentu: anak-anak rasional dan logis. Penyelidikan mereka menjelaskan Geometri Euclidean sebagai model penyelidikan yang secara historis, tumbuh terjerat dengan pandangan dunia yang memberikan penjelasan tentang dunia alami. Matematika kehilangan di sini kepolosannya. Alih-alih berada di luar perubahan budaya, matematika, serta pengajaran dan pembelajarannya, tak terhindarkan membiaskan pandangan konseptual dunia manusia yang politis terus menerus.

Sebagai catatan Walshaw dalam babnya, “Objektif diturunkan dan dirumuskan secara proporsional, itu (yaitu, matematika sekolah, meskipun ini bahkan lebih benar dari matematika itu sendiri) dibangun dari pengalaman sekelompok orang yang istimewa. Apa yang khusus yang terus-menerus memproduksi dan mereproduksi ketidaksetaraan melalui mesin ekonominya sendiri, adalah kenyataan bahwa, secara teoritis, ia bercita-cita untuk menghapus ketidaksetaraan yang sama yang dihasilkannya melalui konsepsi individualisnya tentang demokrasi. Diburu oleh kontradiksinya sendiri, masyarakat kapitalis global (dan mereka yang tanpa terpengaruh oleh kontradiksi tersebut) membayangkan bahwa solusi teka-teki ketidaksetaraan dapat ditemukan dalam pencapaian kesetaraan yang mustahil dan impian matematika yang telah dibangun dari kelompok-kelompok istimewa yang “paradigma untuk semua” (Walshaw). Sikap filosofis yang kritis membantu kita memahami bahwa solusi tidak pasti yang ditawarkan oleh wacana politik neoliberal yang baik hati dan konflasi yang menangani naif pertanyaan tentang keragaman melalui kesetaraan dengan kesetaraan pasti akan gagal. Berdasarkan pemahaman bahwa kesempatan penuh untuk belajar di dalam kelas dan pertukaran gagasan yang saling menghormati tentang matematika antara seorang guru dan murid-muridnya. hasil, menghasilkan gambaran yang komprehensif dari akses matematika yang adil bagi siswa, terlepas dari penentuan sosial apa pun (Walshaw; volume ini).

Didukung oleh logika bermanfaat, konflasi kesetaraan dengan kesetaraan ini mengasumsikan bahwa adalah

mungkin untuk menghapus pilar-pilar sosial, budaya dan sejarah keberadaan manusia melalui pembagian posisi dan kemungkinan yang setara dalam jaringan sosial pasar yang kompetitif.

Substrat ideologis matematika dan pengajaran dan pembelajarannya salah satu fiturnya yang dibahas oleh Walshaw adalah topik yang muncul dalam berbagai bab (lihat, misalnya kontribusi Schürmann pada buku ini). Salah satu pertanyaan yang mengemuka dalam hal ini adalah tentang kondisi munculnya pemikiran kritis yang sejati (misalnya Barwell, volume ini). Pertanyaan lain berkisar pada kemungkinan untuk bergerak melampaui kerangka kerja yang menindas dan mengasingkan yang membatasi sebagian besar praktik pengajaran dan pembelajaran matematika saat ini. Mencari beberapa alternatif, Walshaw (buku ini) beralih ke pemerintahan *Foucault*. Melalui konsep ini, dia melihat kemungkinan bagi kita untuk memunculkan “sebuah interpretasi pengalaman individu di mana dominasi dan perlawanan tidak lagi dipahami sebagai perbedaan ontologis tetapi sebagai efek yang berlawanan dari hubungan kekuasaan yang sama tentang beberapa masalah yang menghantui pendidikan matematika dan penelitian pendidikan matematika membuat jelas bagi saya, perlunya ruang refleksi kritis yang mendesak yang diisi oleh filsafat pendidikan matematika. Ernest merumuskan kemungkinan peran filosofi seperti upaya diarahkan "untuk menganalisis, pertanyaan, tantangan, dan kritik klaim praktek pendidikan matematika, kebijakan dan penelitian" (Ernest, volume ini). Namun, saya ingin berpendapat bahwa kita harus melangkah lebih jauh dan *bertindak, mengambil tindakan,*

sehingga analisis, pertanyaan, dan kritik kita datang untuk membuat, melalui gerakan bersama, *transformasi* pendidikan matematika seperti yang dipraktikkan saat ini. Inilah sebabnya mengapa filsafat pendidikan matematika hari ini tampak bagi saya sebagai ruang di mana interior perjuangan yang mencakup terhadap pengurangan pendidikan pada umumnya, dan pendidikan matematika pada khususnya, untuk pandangan konsumerisme teknis dapat diatur dan disebarkan. Dalam pengertian inilah filsafat pendidikan matematika muncul sebagai harapan-harapan untuk memahami, mengkritik dan *mengubah* tujuan pendidikan matematika dan praktik konkretnya. Untuk itu penulis ingin menyampaikan bahwa yang kita butuhkan adalah *kritis dan transformatif* filosofi pendidikan matematika.

PENUTUP/SIMPULAN

Sejumlah makalah dalam volume ini membahas berbagai pertanyaan lain yang diidentifikasi oleh Ernest dalam tinjauannya tentang filsafat pendidikan matematika. Pertanyaan-pertanyaan ini lebih berkaitan dengan hubungan antara matematika dan masyarakat. Salah satu pertanyaan yang mengemuka dalam hal ini adalah tentang kondisi munculnya pemikiran kritis yang sejati. Pertanyaan lain berkisar pada kemungkinan untuk bergerak melampaui kerangka kerja yang menindas dan mengasingkan yang membatasi sebagian besar praktik pengajaran dan pembelajaran matematika saat ini. Mencari beberapa alternatif, Walshaw beralih ke pemerintahan *Foucault*. Melalui konsep ini, dia melihat kemungkinan bagi kita untuk memunculkan “sebuah interpretasi pengalaman individu di mana dominasi dan perlawanan tidak lagi dipahami sebagai perbedaan ontologis tetapi sebagai efek yang berlawanan dari hubungan kekuasaan yang sama tentang beberapa masalah yang menghantui pendidikan matematika dan penelitian pendidikan matematika membuat jelas perlunya ruang refleksi kritis yang mendesak yang diisi oleh filsafat pendidikan matematika.

Dalam pengertian inilah filsafat pendidikan matematika muncul sebagai harapan-harapan untuk memahami, mengkritik dan *mengubah* tujuan pendidikan matematika dan praktik konkretnya. Untuk itu penulis ingin menyampaikan bahwa yang kita butuhkan adalah *kritis dan transformatif* filosofi pendidikan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Radford, Luis. (2018). *A Plea for a Critical Transformative Philosophy of Mathematics Education*. 10.1007/978-3-319-77760-3_1.
- Bachtiar, Hasnan. *Kontekstualisasi Filsafat Transformatif*. Malang: Pelangi Sastra.
- Beavers, F. (n.d.). The life of Plato. *Miscellaneous Encyclopedia Articles*.
http://faculty.evansville.edu/tb2/trip/plato_life.htm
- Bernays, P. (1935). *Sur le platonisme dans les mathématiques [On platonism in mathematics]*. *L'Enseignement Mathématique*, 34, 52–69.
- Diakonoff, I. (1974). *Structure of society and state in early dynastic Sumer*. Monographs of the Ancient Near East (Vol. 1, fascicle 3). Los Angeles: Undena Publications.
- Ernest, P. (1991a). *The philosophy of mathematics education*. London: The Falmer Press.
- Ernest, P. (1991b). *Constructivism, the psychology of learning, and the nature of mathematics: Some critical issues*. In F. Furinghetti (Ed.), *Proceedings of 15th International Conference on the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 25–32). Assisi, Italy.
- Ernest, P. (2009). *What is 'first philosophy' in mathematics education?* In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou, & H. Sakonidis, (Eds.), *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 25–42). Thessaloniki, Greece: PME.
- Ferreira de Oliveira, W. (2016). *Fatalismo e conformidade: A pedagogia da opressão [Fatalism and conformity: The pedagogy of oppression]*. In P. Freire (Ed.), *Pedagogia da solidariedade* (pp. 110–132). Rio de Janeiro & São Paulo: Paz & Terra.

- Friberg, J. (1986). *The early roots of Babylonian mathematics*. III. Three remarkable texts from ancient Ebla. *Vicino Oriente*, 6, 3–25.
- Høyrup, J. (2007). *The roles of Mesopotamian bronze age mathematics tool for state formation and administration*. *Educational Studies in Mathematics*, 66(2), 257–271.
- Kant, I. (2003). *Critique of pure reason* (N. K. Smith, Trans.). New York: St. Marin's Press (Original work published 1787).
- Kramer, S. N. (1949). *Schooldays: A Sumerian composition relating to the education of a scribe*. *Journal of the American Oriental Society*, 69, 199–215.
- LaVallee, T. (2014). *Conquering the corporate colonial occupiers of public education: An intellectual application of guerrilla warfare theory to begin a revolution to win the revolution*. Paper presented at the 2014 AERA meeting. April 3–7, 2014.
- Ontario Ministry of Education. (2014). *Achieving excellence: A renewed vision of education*. Ottawa: Queen's Printer for Ontario.
- Plato (2000). *The republic*. Cambridge texts in the history of political thought (T. Griffith, Trans.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Radford, L. (2003). On culture and mind. A post-vygotskian semiotic perspective, with an example from Greek mathematical thought. In M. Anderson, A. Sáenz-Ludlow, S. Zellweger, & V. V. Cifarelli (Eds.), *Educational perspectives on mathematics as semiosis: From thinking to interpreting to knowing* (pp. 49–79). Ottawa: Legas Publishing.

Biodata Penulis

Elly Anjarsari, lahir di Jombang pada 29 Januari 1993 dan sekarang menetap di Lamongan. Menyelesaikan pendidikan dasar di MI Al As 'Ad pada tahun 2004, melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Jombang dan SMK Telekomunikasi DU, tahun 2007 dan 2010. S1 Matematika UNESA 2014, S2 Pendidikan Matematika UNEJ 2017, dan sekarang tengah menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Bekerja sebagai dosen tetap di Prodi Pendidikan Matematika Strata S1 yang berafiliasi di Universitas Islam Lamongan. Menjabat sebagai Ketua Program Studi dari tahun 2018 hingga sekarang. Sebagai Bendahara IndoMS Jatim 2022-2024.

PENTINGKAH FILSAFAT SEBAGAI FONDASI REFORMASI KURIKULUM PADA MATEMATIKA?

Valeria Suryani Kurnila
valeria.22003@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini menunjukkan pentingnya reformasi kurikulum dengan melakukan perubahan pandangan guru terhadap matematika dan pembelajaran matematika. Proses merubah pandangan guru tentang matematika dan pembelajarannya, dengan mengkaji tentang berbagai macam filosofi tentang matematika dan pembelajarannya. Filsafat dapat mengembangkan sudut pandang atau perspektif guru. Maka perlu adanya sebuah konsep yang membantu guru mendapatkan perspektif yang luas mengenai matematika dan pembelajarannya. Pemikiran Stephen Lerman bisa mengarahkan guru matematika melalui beberapa pertanyaan: “Apa itu matematika? Bagaimana hubungan matematika dengan masyarakat? Apa itu belajar matematika? Apa itu mengajar matematika? Bagaimana status Pendidikan matematika sebagai bidang pengetahuan?” Pertanyaan-pertanyaan ini dijadikan penuntun bagi guru dalam mendapatkan perspektifnya, lalu menganalisis berdasarkan cabang-cabang filsafat yang terlibat dan relevan, sehingga secara singkat terlihat kontribusi ontologi dan metafisika, estetika, epistemologi dan teori pembelajaran, filsafat sosial, etika, dan metodologi penelitian pendidikan matematika, mengungkapkan seberapa kaya dan dalam kontribusi filsafat terhadap landasan teoretis matematika dan pembelajarannya.

Kata Kunci: Filsafat Matematika dan Pembelajaran, Reformasi Kurikulum Matematika

PENDAHULUAN

Pengajaran dan Pembelajaran Matematika perlu mengalami sebuah reformasi. Kegiatan ini tidak lagi menjadikan siswa pasif dan tidak dapat berkembang sebagaimana mestinya. Hal ini tentu saja bertentangan dengan tujuan utama pendidikan, yaitu memberdayakan manusia. Manusia pun harus menyadari tugasnya dan bertanggung jawab sesuai dengan sifat-sifat kemanusiaan (Nurkholis, 2013). Oleh karena itu, diperlukan sebuah konsep pembelajaran yang konstruktif dan berpusat pada siswa. Untuk mewujudkan konsep pembelajaran seperti ini, maka harus dilakukan reformasi pada pengajaran dan pembelajaran matematika, salah satunya melalui reformasi kurikulum yaitu transformasi dari pengajaran keterampilan dan prosedur yang terisolasi menuju mode instruksional yang lebih mengarah pada pemecahan masalah dan masuk akal. Pemecahan masalah adalah slogan utama untuk pendidikan matematika selama tahun delapan puluhan. "Pemecahan masalah harus menjadi fokus matematika sekolah", karena pemecahan masalah artinya menggunakan berbagai pengetahuan dan metode matematika secara efektif untuk memecahkan masalah nonrutin, termasuk masalah aktual maupun yang berasal dari matematika itu sendiri (Renatovna & Renatovna, 2020). Mengedepankan ide "fokus pada pemecahan masalah" adalah langkah besar bagi pendidikan matematika, karena

ide tersebut merupakan perubahan besar dalam konsepsi pendidikan matematika (Zheng, 1994). Proses transformasi ini dapat dilakukan melalui perubahan pada pandangan guru terhadap matematika dan pembelajaran matematika, karena guru sebagai pelaku penting dalam proses pembelajaran matematika. Guru memiliki peran sebagai perancang sebuah pembelajaran.

Pentingnya reformasi kurikulum dengan melakukan perubahan pandangan guru terhadap matematika dan pembelajaran matematika, disampaikan oleh Kimberly White-Fredette, dalam artikelnya yang berjudul "*Why Not Philosophy? Problematizing the Philosophy of Mathematics in a Time of Curriculum Reform*" pada tahun 2010. Sehingga dilakukan pengkajian mengenai ide, konsep dan pemikirannya, supaya mendapatkan gambaran lebih dalam mengenai pentingnya perubahan pandangan guru terhadap matematika dan pembelajarannya. White-Fredette ingin mengaitkan konstruktivisme sosial dengan filsafat humanistik. Dalam artikel ini diceritakan bahwa para ahli matematika lama masih bercokol pada filosofi matematika yang tradisional. Sedangkan kaum Platonis dan peneliti Pendidikan matematika telah menganut filsafat matematika yang fabilitas dan humanis. Guru masih terjebak di antara aliran kedua kaum ini. Guru matematika terlalu sering berpegang teguh pada pandangan tradisional tentang matematika sebagai kebenaran mutlak yang terlepas dari subjektivitas manusia. Pada saat yang sama, mereka didorong untuk mengajarkan matematika sebagai konstruksi sosial, suatu kegiatan yang masuk akal dan berguna. Hal ini terjadi karena guru jarang diminta untuk

mengeksplorasi filosofi matematikanya sendiri. Pada beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan diskusi bersama para guru matematika. Namun peneliti hanya menggali keyakinan guru, tanpa mengeksplorasi filsafat matematika. Keberadaan filsafat matematika sering tidak mereka ketahui. Reformasi dalam pengajaran dan pembelajaran matematika akan gagal, jika membahas pandangan yang dikotomis ini, tanpa secara eksplisit membahas filosofi matematika (White-Fredette, 2009).

White-Fredette ingin memberikan gambaran bagaimana merubah pandangan guru tentang matematika dan pembelajarannya, dengan mengkaji tentang berbagai macam filosofi tentang matematika dan pembelajarannya. Menurutnya, merubah pandangan tidak hanya sekedar melihat keyakinan sebagai segala sesuatu yang dianggap benar oleh individu, namun lebih ditekankan pada filosofi guru mengenai matematika dan pembelajarannya. White-Fredette berpendapat bahwa studi filsafat bergerak di luar kerenggangan keyakinan, karena filsafat itu adalah sebuah proses kreatif. *“Filsafat bukanlah seni sederhana untuk membentuk, menemukan, atau mengarang konsep, karena konsep tidak selalu berupa bentuk, penemuan, atau produk. Lebih tepatnya, filsafat adalah disiplin yang melibatkan penciptaan konsep”*. White-Fredette termotivasi untuk melakukan reformasi kurikulum melalui perubahan pandangan guru terhadap matematika dan pembelajarannya. Menurutnya, untuk menjadi seorang guru matematika mengharuskan seseorang mengetahui apa itu matematika. Artinya guru harus mengetahui apa sejarahnya, konteks sosialnya,

masalah dan isu filosofisnya. Tujuannya adalah untuk memanusiakan matematika, untuk mengajarkan toleransi dan pemahaman tentang ide dan pendapat orang lain, dan dengan demikian untuk mempelajari sesuatu dari warisan ide kita sendiri, bagaimana kita berpikir seperti yang kita lakukan. Sehingga guru harus melakukan eksplorasi filsafat matematika dan pembelajarannya, agar menemukan pandangan baru mengenai paradigma pengajaran dan pembelajaran matematika yang tepat untuk diterapkan saat ini.

PEMBAHASAN

Bagaimanakah cara mengubah pandangan guru terhadap matematika dan pembelajarannya? Pada artikel ini, White-Fredette memberikan pandangan mengapa filsafat harus digunakan, serta beberapa konsep filsafat matematika, yaitu pandangan konstruktivisme sosial, pandangan postmodern tentang matematika, pandangan filsafat matematika pada abad ke 20. Pandangan-pandangan tersebut dijadikan oleh White-Fredette, sebagai dasar pentingnya merubah pandangan guru terhadap matematika dan pembelajarannya. Perubahan ini akan berdampak pada reformasi kurikulum.

Mengapa filsafat harus digunakan?

White-Fredette menyatakan bahwa reformasi dalam dunia pendidikan matematika, bukan tanpa kontroversi, karena adanya keengganan terhadap reformasi. Hal ini terjadi karena pandangan perubahan secara filosofis masih

terbatas. Padahal menurut Pendapat Webster (2003) dan Davis & Mitchell (1981) yang dikutip White-Fredette, filsafat sebagai studi kritis tentang prinsip dan konsep dasar dari cabang pengetahuan tertentu sehingga memahami prinsip-prinsip dan konsep-konsep dasar yang dipegang guru mengenai bidang matematika.

Keengganan terhadap reformasi ini, disebabkan pula karena guru masih terjebak di antara aliran Platonis, serta aliran fabilitas dan humanis. Di satu sisi, terdapat paradigma matematika itu sendiri sebagai kebenaran absolut, di mana ada kriteria sederhana yang tidak perlu dipertanyakan lagi. Di sisi lain, ada paradigma ilmu-ilmu sosial, di mana tidak ada lagi kebenaran mutlak; ide objektivitas diganti dengan konsep intersubjektivitas, dan pertanyaan tentang kebenaran digantikan oleh perhatian pada kegunaan. Pada kenyataannya, guru matematika terlalu sering berpegang teguh pada pandangan tradisional tentang matematika sebagai kebenaran mutlak yang terlepas dari subjektivitas manusia. Pada saat yang sama, mereka didorong untuk mengajarkan matematika sebagai konstruksi sosial, suatu kegiatan yang masuk akal dan berguna (White-Fredette, 2009). Ernest (1991) dan Lerman (1990) menyatakan jika ingin mengubah sifat pengajaran dan pembelajaran matematika, maka guru harus melampaui pandangan tradisional matematika sebagai kebenaran absolut (White-Fredette, 2009). Oleh karena itu, maka White-Fredette merasa guru perlu mengeksplorasi filosofi mereka mengenai matematika.

Menurut penulis, pandangan White Fredette mengenai pentingnya filsafat, dikarenakan matematika dan pembelajarannya akan digali secara rasional. Matematika dan pembelajarannya akan ditinjau melalui tiga aspek, yaitu ontologis, epistemologis dan aksiologis. Secara ontologis, filsafat akan membandingkan matematika dengan berbagai macam ilmu lainnya serta aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Filsafat akan memperlihatkan lingkup wilayah kerja matematika, serta target dari matematika yang ingin diusahakan atau dicapai. Secara epistemologis, filsafat akan memberikan gambaran mengenai cara kerja ilmu matematika dalam mewujudkan sebuah kegiatan ilmiah. Secara aksiologis, filsafat dapat menemukan nilai-nilai matematika yang terkait dengan sebuah kegiatan ilmiah (Wahana, 2016). Sehingga ketika guru mengeksplorasi konsep matematika dan pembelajarannya dalam ruang lingkup filsafat, guru akan memiliki dasar filosofis dari persepsi mereka tentang matematika. Mereka akan memiliki keterbukaan terhadap perubahan karena sudut pandang yang semakin luas. dan bisa secara mandiri mengeksplorasi sebuah perubahan pula dari sudut-sudut pandang tersebut.

Jika ingin mengembangkan sudut pandang atau perspektif guru, maka perlu adanya sebuah konsep yang membantu guru mendapatkan perspektif yang luas mengenai matematika dan pembelajarannya. Konsep *a broden sense* dalam filsafat Pendidikan matematika, merupakan sebuah konsep yang bisa membantu guru memberikan pengertian yang luas dalam filsafat Pendidikan matematika. Konsep *a broden sense*, diperoleh melalui perspektif "Top Down". Ernest (Ernest, 2015) menggunakan

perspektif ini berdasarkan pemikiran Stephen Lerman, yang dapat mengarahkan guru matematika melalui beberapa pertanyaan: *“Apa itu matematika? Bagaimana hubungan matematika dengan masyarakat? Apa itu belajar matematika? Apa itu mengajar matematika? Bagaimana status Pendidikan matematika sebagai bidang pengetahuan?”*. Pertanyaan-pertanyaan ini hanya menjadi penuntun sementara untuk melakukan eksplorasi filosofi matematikanya. Karena saat guru menganalisis, harus berdasarkan cabang-cabang filsafat yang terlibat dan relevan, sehingga secara singkat terlihat kontribusi ontologi dan metafisika, estetika, epistemologi dan teori pembelajaran, filsafat sosial, etika, dan metodologi penelitian pendidikan matematika (Ernest, 2015). Hal ini mengungkapkan seberapa kaya dan besar kontribusi filsafat terhadap landasan teoretis terhadap Pendidikan matematika. Penggunaan perspektif ini dapat memunculkan pertanyaan-pertanyaan baru yang lebih banyak dan perlu digali secara terus menerus dengan menggunakan filsafat. Sehingga konsep yang diperoleh adalah konsep luas dari berbagai perspektif.

Pandangan konstruktivisme sosial

White Fredette menyatakan pemahaman siswa tentang ide-ide matematika dapat dibangun sepanjang tahun jika mereka terlibat secara aktif dalam tugas dan pengalaman yang dirancang untuk memperdalam dan menghubungkan pengetahuan mereka. Belajar dengan pemahaman dapat lebih ditingkatkan dengan interaksi kelas, karena siswa mengajukan ide dan dugaan matematika, belajar mengevaluasi pemikiran mereka sendiri dan pemikiran

orang lain, dan mengembangkan keterampilan penalaran matematis. Wacana kelas dan interaksi sosial dapat digunakan untuk memperkuat hubungan antara ide-ide dan reorganisasi pengetahuan. Konsep ini menunjukkan bahwa pemahaman matematika dapat dibangun melalui konstruksi sosial.

Pernyataan White Fredette dalam artikelnya diperkuat oleh beberapa pemikiran para filsuf, terutama Ernest. White banyak menggunakan pemikiran-pemikiran Ernest mengenai konstruktivisme sosial. Ernest (1991, 1994, 1998, 1999) berpendapat bahwa konstruktivisme sosial lebih dari sekedar teori belajar yang berlaku untuk pengajaran dan pembelajaran matematika. Menurut Ernest, konstruktivisme sosial adalah filsafat matematika yang memandang matematika sebagai konstruksi sosial. Konstruktivisme sosial berfokus pada komunitas kelas matematika dan komunikasi yang terjadi di sana (Noddings, 1990), dan tumbuh dari karya Vygotsky (1978) dalam teori pembelajaran sosial. Ini telah dikembangkan lebih lanjut dalam pengajaran dan pembelajaran matematika melalui karya Confrey (1990), Lerman (1990, 1998, 1999), dan Damarin (1999) (White-Fredette, 2009). White Fredette juga menambahkan pandangan Hersh (1997), mengenai filsafat fallibilisme atau filsafat humanisme. Hersh memandang matematika sebagai konstruksi manusia, sehingga bisa salah dan diperbaiki. Salah satu implikasi penting dari filsafat fallibilisme matematika adalah bahwa jika matematika adalah konstruksi manusia maka pembelajaran matematika juga harus demikian. Dalam filsafat ini, matematika bukan lagi pengetahuan yang hanya dihafal secara hafalan. Namun

menjadi pengetahuan yang memiliki makna bagi individu (White-Fredette, 2009).

Untuk lebih memperkuat pernyataannya, White Fredette menambahkan pendapat Ernest (1991, 1998), yang menyatakan pengetahuan baru dimulai sebagai pengetahuan subjektif, sebagai pemikiran matematis seorang individu. Pemikiran baru ini menjadi pengetahuan objektif, pengetahuan yang mungkin tampak eksis secara independen dari kemanusiaan, melalui proses pemeriksaan sosial. Pengetahuan objektif ini kemudian memasuki domain publik di mana individu menguji, merumuskan, dan menyempurnakan pengetahuan. Individu kemudian menginternalisasi dan menafsirkan pengetahuan objektif, sekali lagi mengubahnya menjadi pengetahuan subjektif. Pandangan ini, menunjukkan Ernest mampu menghubungkan teori belajar, konstruktivisme sosial, dengan filsafat matematika (White-Fredette, 2009).

Untuk lebih memperkuat pernyataannya, White Fredette mensintesis beberapa pendapat pendukung lainnya. Forman (2003) menganjurkan bahwa pendidik harus membentuk pandangan pembelajaran matematika sebagai sesuatu yang dilakukan seseorang daripada sebagai sesuatu yang diperoleh seseorang. White Fredette menyatakan atas dasar pernyataan Forman ini, Ernest (1998) membangun teorinya tentang konstruktivisme sosial sebagai filsafat matematika. Dia berpendapat bahwa pengajaran dan pembelajaran matematika terkait erat dengan filosofi matematika. Peran filsafat matematika adalah untuk merefleksikan, dan memberikan penjelasan tentang, sifat

matematika. Dari perspektif filosofis, sifat pengetahuan matematika mungkin merupakan fitur utama yang perlu diperhitungkan dan direnungkan oleh filsafat matematika. Tanpa hubungan itu, Ernest berpendapat, kita tidak dapat benar-benar memahami tujuan pendidikan matematika. Ernest (2004) menekankan perlunya peneliti, pendidik, dan perencana kurikulum untuk bertanya “apa tujuan belajar mengajar matematika?”. Untuk menjawabnya, perlu digali mengenai matematika maupun peran dan tujuannya dalam masyarakat (White-Fredette, 2009). Menurut Dossey (1992), persepsi tentang sifat dan peran matematika oleh masyarakat memiliki pengaruh besar pada pengembangan kurikulum, pengajaran, dan penelitian matematika sekolah. Namun, Dossey menyatakan kurangnya eksplorasi filsafat memiliki dampak serius untuk praktik dan pengajaran matematika. Tanpa fokus langsung pada filsafat, Dossey menegaskan konsekuensi dari perbedaan pandangan matematika tidak dapat dieksplorasi dengan baik.(White-Fredette, 2009).

Menurut penulis, secara umum, tiga dimensi dasar pendidikan, yaitu setiap siswa atau peserta didik adalah subjek yang memiliki bakat, kemampuan atau kreativitas yang berbeda. Sehingga pendidikan harus menjadi aktivitas yang memberi kesempatan pada siswa untuk mengembangkan dirinya; pendidikan menjadi wadah bagi siswa untuk melakukan aktivitas sosial dengan orang lain. Siswa dilatih untuk bekerjasama atau hidup dengan orang lain, peka terhadap berbagai hal-hal dalam masyarakat atau kepentingan umum; serta pendidikan menjadi budaya atau kultur yang membagikan nilai-nilai penting dari generasi

sebelumnya ke generasi berikutnya, berupa pengetahuan, etika, nilai sosial, atau nilai moral. Sehingga secara berkelanjutan setiap generasi akan memberikan kontribusi terhadap dunia dan peradabannya. Konsep pendidikan seperti ini merupakan konsep pendidikan sebagai kebutuhan manusia. Sehingga matematika sebagai komponen penting dalam pendidikan, harus dibangun dalam pengalaman bermakna dan aktivitas sosial dengan orang lain.

Selama lebih dari dua ribu tahun, matematika telah dilihat sebagai tubuh kebenaran sempurna yang jauh dari urusan dan nilai-nilai kemanusiaan. Pandangan ini sedang ditantang oleh semakin banyak filsuf matematika. Pandangan matematika yang dinamis seperti itu memiliki konsekuensi pendidikan yang kuat. Tujuan pengajaran matematika perlu mencakup pemberdayaan peserta didik untuk menciptakan pengetahuan matematika mereka sendiri. Ketika matematika dilihat dengan cara ini, matematika perlu dipelajari dalam konteks kehidupan yang bermakna dan relevan bagi pelajar, termasuk bahasa, budaya, dan kehidupan mereka sehari-hari (Zheng, 1994). Pandangan ini menunjukkan “mengetahui” matematika adalah “melakukan” matematika”. Siswa dapat belajar menghargai matematika, dan menjadi lebih percaya diri dengan kemampuan matematikanya sendiri. Meskipun konstruksi pengetahuan matematika harus dilakukan secara relatif mandiri oleh semua individu, kegiatan tersebut dilakukan di beberapa lingkungan sosial, dan harus mencakup proses mengungkapkan, mengkomunikasikan,

membandingkan, mengkritik, meningkatkan dan aktivitas lain melalui konstruksi sosial. Hal ini didukung pula oleh

Pandangan postmodern tentang matematika

Pada bagian ini, White Fredette menghubungkan pandangan matematika absolut dengan pendekatan behavioris, bahwa matematika bukan hanya sebagai pengetahuan absolut yang tidak perlu dipertanyakan lagi, namun matematika memanfaatkan latihan dan praktik keterampilan diskrit, aktivitas individu, dan penekanan pada prosedur. White Fredette mengutip pernyataan Threlfall (1996), yang menyatakan matematika menyelaraskan dirinya dengan pedagogi yang konsisten dengan teori-teori konstruktivis, yang memanfaatkan pembelajaran berbasis masalah, aplikasi dunia nyata, pembelajaran kolaboratif, dan penekanan pada proses. Pernyataan ini pun didukung pula oleh pendapat Ernest (2004) yang juga dikutip oleh White Fredette, yang menempatkan matematika dalam ranah sosial, dan aktivitas manusia yang dipengaruhi oleh waktu dan tempat. Ernest sangat mendukung pandangan postmodern tentang matematika. Beliau mengacu pada pandangan para filsuf posmodern seperti Lyotard, Wittgenstein, Foucault, Lacan, dan Derrida, yang menantang pandangan tradisional tentang matematika dan pendidikan matematika. Ada beberapa para ahli lain yang telah bergabung dengan Ernest dalam mengeksplorasi matematika dan instruksi matematika melalui perspektif postmodern (lihat misalnya Brown, 1994; Walkerdine, 1994; Walshaw, 2004). White

Fredette juga menambahkan pendapat Fleener (2004), yang mengatakan bahwa pandangan tradisional telah mengabaikan ketidakteraturan, serta kompleksitas pada matematika, pandangan ini memiliki visi untuk memperkenalkan matematika secara halus, rapi dan teratur. Menurut dia, seharusnya ketidakteraturan tidak diabaikan dan memperkenalkan kompleksitas dengan cara menantang dan menarik. Sehingga nampak bahwa, perspektif postmodern adalah sebuah gerakan dari instruksi matematika yang menekankan kepatuhan prosedural, ke hubungan yang lebih etis antara guru dan siswa (White-Fredette, 2009).

Menurut White Fredette, selain pandangan postmodern yang menyatakan matematika di bangun dalam konstruksi sosial, ada pula pandangan postmodern lain, yaitu representasi matematika kita tidak dapat dipisahkan dari bahasa yang kita gunakan untuk menggambarkan representasi tersebut: Setiap tindakan matematika dapat dilihat sebagai tindakan konstruksi di mana secara bersamaan membangun gagasan matematika, bahasa dan dunia di sekitar kita. Proses ini adalah sumber gagasan post-strukturalis tentang subjek manusia yang dikonstruksi dalam bahasa. (Brown, 1994). Brown menggunakan ide-ide Derrida, tentang dekonstruksi bahasa untuk menguji bagaimana kebutuhan sosial dari pembelajaran matematika, yang artinya matematika selalu dapat dibangun dengan banyak cara. Dalam memeriksa ide-ide matematika baru, pelajar harus membawa seluruh sejarah matematika dan

pribadi mereka ke dalam proses tersebut siswa (White-Fredette, 2009).

Menurut penulis, ketika kita memahami matematika dan pembelajarannya harus mengacu kepada dua pandangan atau persepsi yang terkait erat dan tidak bisa dipisahkan. Pandangan pertama; Jika kita kaitkan dengan kehidupan, maka matematika adalah sebuah aktivitas yang dilakukan oleh manusia dengan mengandalkan pemikiran dan penalaran yang logis (Schneider & Artelt, 2010). Pandangan kedua; matematika adalah sebuah ilmu pengetahuan, yang sangat membutuhkan kemampuan berpikir untuk mempelajarinya. Belajar itu sendiri merupakan sebuah aktivitas. Kedua hal ini hendaknya menjadi acuan dalam memahami matematika dan pembelajarannya. Hersh (1997) menyatakan bahwa matematika adalah sebuah aktivitas atau produk yang dihasilkan oleh manusia. Matematika pun menjadi bagian dari budaya manusia, yang membawa ciri-ciri dari budaya masyarakat (Hersh, 1997). Hal ini sejalan dengan pendapat White Fredette, sebagai bentuk kesepahaman terhadap filsafat konstruktivisme sosial dan pandangan falibilisme. Matematika adalah sesuatu yang dikonstruksi melalui interaksi sosial dan budaya. serta sesuatu yang bukan bebas nilai, namun sarat dengan nilai. Konsep matematika mempunyai kemungkinan untuk diubah dan disempurnakan.

Matematika pada dasarnya adalah sistem yang berdiri sendiri, serta objek-objek matematika paling baik digambarkan sebagai abstrak-terpisah. Di sisi lain, ide-ide

matematika dasar terkait erat dengan dunia nyata dan pembelajarannya melibatkan konsep empiris (Gray & Tall, 1992). Konsep-konsep ini dapat disebut abstrak-umum karena mereka mewujudkan sifat-sifat umum dari dunia nyata. Banyak objek matematika dasar (terutama yang lebih mendasar, seperti bilangan dan operasinya) dengan jelas memodelkan realitas (Mitchelmore & White, 2012). Perkembangan selanjutnya (seperti kombinatorik dan persamaan diferensial) dibangun di atas ide-ide mendasar ini dan juga mencerminkan kenyataan, meskipun secara tidak langsung. Oleh karena itu semua matematika memiliki beberapa koneksi atau berhubungan dengan kenyataan. Oleh karena itu, matematika harus dibangun dalam bentuk interaksi sosial dan secara bersamaan membangun gagasan matematika sesuai bahasa yang kita miliki, sehingga nampak jelas koneksinya dengan realita yang dibangun melalui abstraksi empiris.

Hubungan antara objek abstrak-terpisah dan konsep abstrak-umum selanjutnya mengarah kepada formalisasi konsep empiris. Hal ini menunjukkan bahwa ada proses matematisasi, yaitu mengubah konsep empiris kembali ke bahasa simbolis matematika (Ferrari, 2003). Proses ini mengorganisasikan kembali matematika yang telah dibangun sebelumnya secara vertikal ke dalam struktur matematika baru. Objek matematika baru dibangun dengan "pembentukan koneksi, seperti menemukan generalisasi matematika, bukti, atau strategi baru untuk memecahkan masalah. Proses abstraksi ini sangat berbeda dari abstraksi empiris, dan paling tepat digambarkan sebagai abstraksi

teoretis, atau formalisasi (Mitchelmore & White, 2012). Sehingga banyak objek matematika yang mendasar dan abstrak perlu dikaitkan dengan konsep empiris abstrak-umum jika pembelajaran mereka ingin bermakna. Pembelajaran bermakna dibangun melalui sebuah ranah sosial dan aktivitas manusia.

Pandangan filsafat matematika pada abad ke 20

White Fredette menambahkan pandangan-pandangan baru yang lebih modern, untuk mendukung pandangannya bahwa matematika adalah sebuah kontruksi sosial atau aktivitas sosial. Pandangan-pandangan baru ini menawarkan filosofi matematika alternatif dari Platonisme dan formalisme, yang disebut filosofi humanis. Dalam *Proofs and Refutations*, Lakatos menggunakan sejarah matematika, serta kelas matematika berbasis inkuiri, untuk mengeksplorasi ide-ide tentang pembuktian. Lakatos menggunakan dialog kelas untuk menantang gagasan yang diterima tentang bukti (White-Fredette, 2009). Seperti Lakatos, Ernest (1998) melihat matematika sebagai sesuatu yang pasti terkait dengan penciptanya, yaitu manusia: *“Baik penciptaan dan membenaran pengetahuan matematika, termasuk penguasaan terhadap jaminan dan bukti matematika, terikat pada konteks manusia dan sejarahnya”* (White-Fredette, 2009).

Karya klasik Polya (1945/1973), *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*, menghidupkan kembali studi tentang metode dan aturan pemecahan masalah yang disebut heuristik dalam matematika. Meskipun ia menghindari filsafat, Polya melihat matematika sebagai usaha manusia (White-Fredette, 2009). Menurut White

Fredette, Polya dan Lakatos memimpin matematikawan ke area baru yang mempertanyakan dasar pengetahuan matematika. Polya menekankan aksesibilitas pemecahan masalah. Lakatos menggunakan dialog untuk melacak perkembangan pengetahuan matematika melalui bukti dan sanggahan, serta menekankan aspek sosial dari pembelajaran matematika serta falibilitas pengetahuan matematika, dan mendefinisikan matematika sebagai quasi-empiris. (White-Fredette, 2009).

White Fredette juga menambahkan pandangan Kitcher, yang mengidentifikasi lima komponen praktik matematika, yaitu bahasa, pandangan metamatematika, pernyataan yang diterima, dan penalaran yang diterima yang sesuai dengan perkembangan. Kitcher menyatakan saat satu komponen berubah, yang lain juga harus berubah. Lima komponen Kitcher menekankan aspek sosial matematika sebagai aktivitas komunitas dengan norma dan praktik yang disepakati (White-Fredette, 2009).

Menurut Penulis, selain pendapat White-Fredette, yang menyatakan matematika adalah sebuah kontruksi sosial atau aktivitas sosial, matematika perlu diarahkan dalam konsep filsafat kemanusiaan (filsafat humanistik). Filsafat ini merupakan filsafat yang mempertimbangkan dua sisi, yaitu psikologi dan tingkah laku manusia.

Piaget menyatakan perkembangan intelektual seseorang seiring bertambahnya usia, akan mempengaruhi individu dalam memahami sesuatu. Struktur kognitifnya akan mempengaruhi cara anak mengembangkan konsep yang ada disekitarnya (Fatimah Ibda, 2015). Carl Ransom Rogers menyatakan setiap orang mempunyai pengalaman

yang terus berubah, dimana setiap orang akan menanggapi atau merespon sesuai dengan persepsi atau pengalamannya. Rogers ini menyampaikan bahwa pendidikan harus bisa memberdayakan seseorang (Ratu, 2016). Leslie Alvin White yang merupakan antropolog, menyatakan bahwa budaya adalah sebuah sistem yang menghubungkan manusia dengan lingkungan ekologiannya. Manusia dinilai sama dengan hewan, yang harus menjalankan hubungan yang adaptif dengan lingkungannya (Beardsley & Dillingham, 1976). Pendapat Piaget, Carl Ransom Rogers dan Leslie Alvin White, mengisyaratkan pembelajaran matematika harus disesuaikan perkembangan intelektual siswa. Latar belakang, pengalaman, minat dan bakat siswa, menjadi penting untuk diperhatikan dalam proses pembelajaran matematika. Setiap siswa memiliki gaya respon berbeda saat mempelajari matematika di dalam kelas, sesuai dengan perkembangan intelektual, latar belakang, pengalaman, minat dan bakatnya. Sehingga pembelajaran matematika menjadi sebuah momen yang tepat bagi siswa dalam mengembangkan pengetahuan matematika sesuai dengan perkembangannya. Sehingga diperlukan sebuah hubungan yang adaptif, yang tidak memaksa siswa untuk bisa beradaptasi dengan guru atau sebaliknya, namun hubungan timbal balik antara guru dan siswa sehingga menemukan cara terbaik dalam melakukan proses pembelajaran matematika yang nyaman dan berhasil dalam pencapaian capaian pembelajaran.

Paulo Freire juga menyatakan bahwa pendidikan adalah proses yang bisa membantu siswa tumbuh menjadi manusia yang lebih manusiawi, berguna, dan selalu proaktif (Nursikin, 2016). Sehingga guru memiliki peran untuk menjadi fasilitator yang bisa menciptakan situasi dan kondisi

agar terbentuknya proses tersebut. Pembelajaran matematika secara humanistik mengharuskan guru melakukan pembelajaran matematika yang berpusat pada siswa, sehingga bisa mengembangkan potensi siswa secara utuh dan optimal.

DISKUSI

Stephen Lerman telah memberikan kontribusi signifikan pada epistemologi, filsafat sosial, etika dan metodologi yang ekstensif dalam penelitian pendidikan matematika. Menurut Ernest, pemikiran Stephen Lerman bisa digunakan, dengan mengarahkan pemikir Pendidikan matematika melalui beberapa pertanyaan: “Apa itu matematika? Bagaimana hubungan matematika dengan masyarakat? Apa itu belajar matematika? Apa itu mengajar matematika? Bagaimana status Pendidikan matematika sebagai bidang pengetahuan?” (Ernest, 2015). Pertanyaan-pertanyaan ini dijadikan penuntun, lalu menganalisis berdasarkan cabang-cabang filsafat yang terlibat dan relevan, sehingga secara singkat terlihat kontribusi ontologi dan metafisika, estetika, epistemologi dan teori pembelajaran, filsafat sosial, etika, dan metodologi penelitian pendidikan matematika, mengungkapkan seberapa kaya dan dalam kontribusi filsafat terhadap landasan teoretis Pendidikan matematika. Penggunaan perspektif ini dapat memunculkan pertanyaan-pertanyaan baru yang lebih banyak dan perlu digali secara terus menerus dengan menggunakan filsafat. (konsep *Top Down Perspective*).

Filsafat menjadi dasar pemikiran Stephen Lerman ini. Manusia memiliki sebuah keinginan dasar dalam hidupnya, yaitu mempertanyakan segala sesuatu. Akal budilah yang menyebabkan adanya keinginan ini, sehingga manusia pun berpikir. Manusia tidak sama dengan makhluk hidup lainnya, di mana manusia punya kelebihan. Untuk membentuk berbagai macam pengertian, argumentasi serta keputusan-keputusan yang logis. Manusia punya kemampuan untuk memberikan alasan terhadap pengertian, argumentasi atau keputusannya. Jika dikaitkan dengan Pendidikan matematika, filsafat tentu akan membantu manusia memahami apa itu matematika? Filsafat bisa membantu manusia untuk melihat matematika dari berbagai perspektif dan dapat pula mendalami bagian-bagian pengetahuan matematika. Manusia juga akan mempunyai sikap kritis dan kreatif terhadap berbagai tantangan serta perubahan dunia. Filsafat juga bisa menjadi sarana untuk menggali manfaat matematika terhadap kebudayaan, tradisi, etika dan pandangan hidup bangsa; atau sebaliknya.

Pemikiran Stephen ini menggambarkan sebuah konsep pendidikan yang menjadi kebutuhan manusia. Manusia adalah makhluk yang lahir dengan kemampuan tidak terbatas untuk melakukan sesuatu, namun tidak punya kecakapan mentransformasi kemampuan tersebut ke perbuatan nyata atau konkret. Sehingga manusia harus lebih dulu belajar dari manusia lainnya dengan melakukan interaksi, sehingga dapat mempelajari cara mentransformasi kemampuan tersebut. Proses ini bisa dilakukan melalui Pendidikan dan proses pembelajaran. Sehingga menghasilkan manusia cerdas, beretika dan berbudaya.

Selain itu, Stephen Lerman pun menunjukkan bahwa kekhasan matematika adalah abstraksi dan penggunaan bahasa simbolis, yang selalu dikembangkan oleh matematikawan. Matematika di sini menjadi sesuatu yang bebas nilai, Namun menurut Stephen, matematika perlu dikonseptualisasikan dan ditransformasikan untuk tujuan Pendidikan. Sehingga matematika menjadi sesuatu yang sarat nilai, di mana siswa bisa merasakan manfaatnya dalam kehidupan. Matematika menjadi aktivitas-aktivitas yang bermakna, sehingga tidak boleh diidentikkan sebagai manipulasi mekanis dari simbol-simbol yang tidak bermakna.. Matematika pun menjadi kegiatan kreatif manusia. Matematika bukan sesuatu yang statis dan membatu tetapi telah berubah sepanjang waktu dan akan terus berubah di masa yang akan datang. Stephen Lerman juga menambahkan belajar matematika membuat anak dapat berpikir secara rasional dan logis. Anak dapat menjadi lebih rasional terhadap alam dan lingkungan, sehingga anak pun menjadi lebih manusiawi menjalani kehidupannya dan dapat menghormati alam. Kondisi ini tentunya menjadikan siswa mampu beretika dalam memanfaatkan matematika. Sehingga perlu dibangun konsep pembelajaran melalui investigasi dan pemecahan masalah, yang dapat memunculkan keterlibatan dan keaktifan siswa. Siswa pun dibantu untuk menyadari keberadaan orang lain, dan makhluk lain, sehingga secara sadar dan reflektif peka terhadap lingkungannya. Hal ini sejalan dengan pendapat *Zheng* yang menyatakan perlu penekanan pada pemecahan masalah, psikologi pembelajaran matematika, dan

pendekatan sosial budaya untuk pendidikan matematika (Zheng, 1994).

Untuk dapat mencapai konsep pembelajaran seperti ini, menjadi tanggung jawab seorang guru. Guru harus menyiapkan perencanaan sampai pada penilaian yang mengarah pada konsep pembelajaran ini. Oleh karena itu, guru perlu secara mandiri berfilosofi mengenai Pendidikan matematika, agar mampu menerapkan praktik mengajar sebagai hasil analisis dari berbagai perspektif yang telah diperoleh. Selain itu, Guru pun dapat memberikan batas-batas etika serta sosial yang jelas saat mereka mengajar. Sehingga pembelajaran bisa menjadi nyaman bagi guru dan siswa.

Atas dasar beberapa hal yang telah diuraikan, maka dapat dilihat bagaimanakah status Pendidikan matematika sebagai bidang pengetahuan, bagaimana hubungannya dengan disiplin ilmu lain atau kontribusi terhadap ilmu lain tersebut. Sehingga Pendidikan matematika bisa berjalan sebagaimana mestinya dan membawa manfaat yang betul-betul relevan.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan tersebut, pemikiran Stephen Lerman dengan konsep *top down perspective*, masih cukup relevan dan layak (*feasible*) diadopsi dan diimplementasikan di Indonesia. Apalagi saat ini, Pendidikan Indonesia di dasari oleh filosofi Pendidikan Ki hajar Dewantara. Kita dapat mengembangkan konsep Pendidikan matematika Di Indonesia, berdasarkan filosofi dari negara kita sendiri. Karakteristik bangsa Indonesia tetap ditonjolkan dalam konsep Pendidikan negara kita. Pemikiran Stephen Lerman dalam beberapa pertanyaan,

dapat mengarahkan para pakar Pendidikan matematika di Indonesia, melakukan penggalan secara lebih mendalam mengenai konsep matematika, bagaimana matematika berhubungan dengan masyarakat, apa itu belajar matematika, apa itu mengajar matematika, dan bagaimana status Pendidikan matematika sebagai bidang pengetahuan. Pertanyaan-pertanyaan ini hanya menjadi penuntun sementara untuk melakukan atau mengembangkan Pendidikan matematika. Karena saat kita menganalisis, harus berdasarkan cabang-cabang filsafat yang terlibat dan relevan, sehingga secara singkat terlihat kontribusi ontologi dan metafisika, estetika, epistemologi dan teori pembelajaran, filsafat sosial, etika, dan metodologi penelitian pendidikan matematika. Penggunaan perspektif ini dapat memunculkan pertanyaan-pertanyaan baru yang lebih banyak dan perlu digali secara terus menerus dengan menggunakan filsafat. Sehingga Konsep yang diperoleh adalah konsep luas dari berbagai perspektif. Pertanyaan-pertanyaan memiliki hubungan satu sama lain, sehingga membantu mengintegrasikan dan menganalisis argumentasi, pendapat, pikiran yang dapat membentuk sebuah konsep Pendidikan matematika yang tepat di Indonesia. Pertanyaan-pertanyaan ini dapat pula menunjukkan stakeholder atau pihak-pihak berkepentingan yang sesuai untuk membangun konsep Pendidikan matematika tersebut di Indonesia. Diharapkan, dengan memanfaatkan pemikiran Stephen Lerman, akan membantu membentuk konsep Pendidikan matematika di Indonesia lebih terarah dan jelas. Sehingga menghasilkan kurikulum

praktis yang dengan mudah diterapkan oleh para guru di sekolah. dan dapat memenuhi kebutuhan siswa.

SIMPULAN

White Fredette menemukan beberapa penelitian telah membahas masalah filosofi guru matematika. Penelitian ini terlalu sering mengandalkan survei dan kuesioner untuk mendefinisikan kompleksitas yang merupakan filosofi guru. Menurutnya, hal yang masih harus diselidiki adalah apa yang terjadi ketika guru disajikan dengan pandangan non-tradisional matematika dan mengeksplorasi tulisan-tulisan filosofis tentang matematika. White Fredette juga menambahkan bahwa program persiapan guru tidak hanya fokus pada matematika tingkat tinggi, tetapi pada studi reflektif matematika melalui filsafat matematika dan pembelajarannya. Studi ini menjadi bagian yang terikat erat dalam pengembangan kompetensi pedagogi guru.

White Fredette menyatakan pentingnya reformasi kurikulum dengan melakukan perubahan pandangan guru terhadap matematika dan pembelajaran matematika. Menurutnya, merubah pandangan tidak hanya sekedar melihat keyakinan sebagai segala sesuatu yang dianggap benar oleh individu, namun lebih ditekankan pada filosofi guru mengenai matematika dan pembelajarannya. Bagaimanakah cara mengubah pandangan guru terhadap matematika dan pembelajarannya? Pada artikel ini, White-Fredette memberikan pandangan mengapa filsafat harus digunakan, serta beberapa konsep filsafat matematika, yaitu pandangan konstruktivisme sosial, pandangan postmodern

tentang matematika, pandangan filsafat matematika pada abad ke 20. Pandangan-pandangan tersebut dijadikan oleh White-Fredette, sebagai dasar pentingnya merubah pandangan guru terhadap matematika dan pembelajarannya. Perubahan ini akan berdampak pada reformasi kurikulum.

Penulis mendukung pendapat White Fredette, bahwa perlu merubah pandangan guru terhadap matematis dan pembelajarannya, yang akan berdampak besar terhadap reformasi kurikulum. Pandangan ini akan berubah ketika guru memiliki perspektif atau pandangan yang luas mengenai matematika dan pembelajarannya. Salah satu jalannya adalah guru mengeksplorasi filosofinya sendiri tentang matematika dan pembelajarannya. Hal ini dilakukan agar guru tidak lagi terjebak di antara aliran Platonis dan fabilitas/humanis. Guru matematika tidak hanya berpegang teguh pada pandangan tradisional tentang matematika sebagai kebenaran mutlak yang terlepas dari subjektivitas manusia. Namun, pada saat yang sama, mereka didorong untuk mengajarkan matematika sebagai konstruksi sosial, suatu kegiatan yang masuk akal dan berguna. Menurut Penulis, Filsafat dapat mengembangkan sudut pandang atau perspektif guru, maka perlu adanya sebuah konsep yang membantu guru mendapatkan perspektif yang luas mengenai matematika dan pembelajarannya. Pemikiran Stephen Lerman bisa mengarahkan guru matematika melalui beberapa pertanyaan: "Apa itu matematika? Bagaimana hubungan matematika dengan masyarakat? Apa itu belajar matematika? Apa itu mengajar matematika?"

Bagaimana status Pendidikan matematika sebagai bidang pengetahuan?" Pertanyaan-pertanyaan ini dijadikan penuntun, lalu menganalisis berdasarkan cabang-cabang filsafat yang terlibat dan relevan, sehingga secara singkat terlihat kontribusi ontologi dan metafisika, estetika, epistemologi dan teori pembelajaran, filsafat sosial, etika, dan metodologi penelitian pendidikan matematika, mengungkapkan seberapa kaya dan dalam kontribusi filsafat terhadap landasan teoretis Pendidikan matematika. Penggunaan perspektif ini dapat memunculkan pertanyaan-pertanyaan baru yang lebih banyak dan perlu digali secara terus menerus dengan menggunakan filsafat.

DAFTAR PUSTAKA

- White-Fredette, K. (2009). Why Not Philosophy? Problematizing the Philosophy of Mathematics in a Time of Curriculum Reform. *The Mathematics Educator*, 19(2), 21–31.
- Ernest, P. (2015). The Philosophy of Mathematics Education: Stephen Lerman's Contributions. In: Gates, P., Jorgensen (Zevenbergen), R. (eds) *Shifts in the Field of Mathematics Education*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-179-4_14
- François, K., Coessens, K., & Bendegem, J.P. (2012). The Interplay of Psychology and Mathematics Education: From the Attraction of Psychology to the Discovery of the Social. *Journal of Philosophy of Education*, 46, 370-385.
- Hersh, R. (1997). What is Mathematics, Really? *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 6, 13 - 14.
- Fatimah Ibd. (2015). Perkembangan Kognitif: Teori Jean Piaget. *Intelektualita*, 3(1), 242904.

- Ferrari, P. L. (2003). Abstraction in mathematics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1435), 1225–1230.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1316>
- Gray, E. M., & Tall, D. O. (1992). Success and Failure in Mathematics: Procept and Procedure 1. A Primary Perspective. *Workshop on Mathematics Education and Computers, April*, 216–221.
- Mitchelmore, M., & White, P. (2012). Abstraction in Mathematics Learning. *SpringerReference*, 3, 329–336.
https://doi.org/10.1007/springerreference_226248
- Nurkholis. (2013). *PENDIDIKAN DALAM UPAYA MEMAJUKAN TEKNOLOGI Oleh: Nurkholis Doktor Ilmu Pendidikan, Alumnus Universitas Negeri Jakarta Dosen Luar Biasa Jurusan Tarbiyah STAIN Purwokerto*. 1(1), 24–44.
- Nursikin, M. (2016). Aliran-aliran Filsafat Pendidikan dan Implementasinya dalam Pengembangan Kurikulum Pendidikan Islam. *Attarbiyah*, 1(2), 303–334.
<https://doi.org/10.18326/attarbiyah.v1i2.303-334>
- Ratu, B. (2016). PSIKOLOGI HUMANISTIK (CARL ROGERS) DALAM BIMBINGAN DAN KONSELING. *Universitas Negeri Yogyakarta*, 1951, 10–18.
<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Kreatif/article/download/3349/2385>
- Renatovna, A. G., & Renatovna, A. S. (2020). Developing Critical Thinking on Elementary Class Pupils Is the Most Important Factor for Preparing Social Relationship. *Journal of Critical Reviews*, 7(17), 438–448.
<http://www.jcreview.com/fulltext/197-1593848698.pdf>
- Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 42(2), 149–161.
<https://doi.org/10.1007/s11858-010-0240-2>

Zheng, Y. (1994). Philosophy of Mathematics, Mathematics Education, and Philosophy of Mathematics Education. *Humanistic Mathematics Network Journal*, 1(9), 32–41. <https://doi.org/10.5642/hmnj.199401.09.09>

Biodata Penulis

Valeria Suryani Kurnila; lahir di Kumba pada 05 Juni 1983 dan berasal dari Flores, Manggarai NTT. Telah menyelesaikan S1 di Institut Pertanian Bogor tahun 2005, dan S2 di Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2010. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Bekerja sebagai dosen di Unika Santu Paulus Ruteng sejak tahun 2006 sampai saat ini.

FILOSOFI PENDIDIKAN ETIKA DALAM MATEMATIKA: *MATHEMATICS FOR SOCIAL JUSTICE* ATAU *ETHICS IN MATHEMATICS*?

Achmad Dhany Fachrudin
achmad.22005@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Dalam artikel ini, dibahas tentang gerakan pendidikan "*Ethics in Mathematics*" dalam komparasinya dengan "*Mathematics for Social Justice*" yang merupakan sebagai bagian dari pendidikan etika matematika. Meskipun nampak berlawanan, namun dengan melihat secara komprehensif, kedua pandangan ini ibarat dua sisi mata uang yang menunjukkan peran matematika terkait perhatiannya pada masalah kemanusiaan dan etika. Dari komparasi berbagai teori yang membahas keduanya, didapatkan kesimpulan bahwa kedua gerakan ini merupakan bentuk peran matematika terkait isu sosial yang terjadi di masyarakat, baik secara praktis maupun teoritis. Di akhir kami membuat sebuah *propose framework* tentang implementasi pendidikan etika dalam matematika dalam upaya untuk menambah nilai matematika dalam kontribusinya terkait isu etika dan keadilan sosial.

Kata kunci: *Ethics in Mathematics, Mathematics for Social Justice*, Pendidikan Etika

PENDAHULUAN

Artikel ini berisi kajian dan telaah terhadap artikel ilmiah yang berjudul '*Situating "Ethics in Mathematics" as a Philosophy of Mathematics Ethics Education*' yang ditulis oleh

Dennis Müller. Secara umum artikel ini membahas tentang bagaimana kajian etika dalam matematika yang ditunjukkan melalui beberapa perspektif berbeda dapat saling melengkapi yang secara mendetail akan dibahas dalam artikel ini.

Hal pertama yang melatar belakangi Müller (2022) dalam menulis kajian tentang etika dalam matematika ini adalah ketidaksetujuan dengan anggapan bahwa matematika dengan etika merupakan dua kajian yang berbeda dan cenderung dianggap tidak berhubungan, dimana etika berkaitan dengan pertanyaan tentang menjalani kehidupan moral dan matematika berkaitan dengan kebenaran abstrak sebagaimana diungkap oleh Paul Ernest. Lebih khusus, matematika murni yang sering dipandang sebagai ilmu yang netral secara etis, atau dalam kajian filsafat dikenal dengan bebas nilai, dimana hal ini menjadi tantangan bagi peneliti yang terlibat dalam kajian pendidikan tentang etika matematika (Ernest, 2021). Hal ini mendorong munculnya beberapa filsuf mempelajari dan melakukan kajian matematika dengan fokus pada topik etika (Rittberg, 2019). Bahkan, untuk menunjukkan bagaimana matematika memiliki irisan dengan etika, saat ini mata kuliah dengan kajian etika yang dirancang untuk matematikawan sudah mulai ditemui di beberapa universitas, namun masih sedikit.

Penulis bahkan memberikan gambaran studi kasus masalah etika yang terjadi antara matematikawan, yaitu kasus Colin Rittberg yang berbicara tentang kasus ketidakadilan epistemik pada acara konferensi *2nd Workshop on Ethics in Mathematics* di Cambridge. Kasus tersebut yaitu

tentang Olivia Caramello yang mencoba menerbitkan artikelnya tentang teorema yang buktinya belum pernah dipublikasikan secara resmi. Publikasi tersebut awalnya awalnya ditolak karena hasilnya seharusnya menjadi "pengetahuan umum" di antara sekelompok kecil ahli. Namun, Rittberg et al., 2020) menjelaskan bahwa kemudian dia berhasil menerbitkan karyanya. Beberapa peserta workshop yang menyimak paparan Rittberg dan akrab dengan kasus Caramello meninggalkan ruangan sebelum Rittberg memulai ceramahnya. Rittberg menggambarkan peristiwa ini sebagai "perpecahan" dalam konferensi dengan menyatakan bahwa hal ini terjadi karena beberapa matematikawan cukup kesal ketika dia memberikan gambaran contoh ini sebagai gambaran dari ketidakadilan epistemik. Pada konferensi tersebut, gagasan Rittberg tentang ketidakadilan epistemik bertolak belakang dengan pemahaman matematika sebagai objek dan bukan sebagai praktik sosial. Secara umum, dapat dilihat bahwa Rittberg secara kritis memeriksa peran budaya, kekuasaan, dan ideologi dalam matematika murni dan menantang para praktisinya (matematikawan yang terlibat didalamnya).

Contoh kasus tersebut menunjukkan bahwa masalah "*Ethics in Mathematics*" atau etika dalam matematika menjadi hal yang perlu menjadi perhatian. Kajian yang berfokus pada topik etika menjadi penting terutama pada kalangan matematikawan itu sendiri. Disini, penulis mulai mengarahkan pembahasannya pada pertanyaan tentang apa cara paling tepat untuk memahami masalah etika dalam matematika, pengajaran, dan praktiknya? Müller (2022) menyebutkan bahwa beberapa kajian yang ada condong ke

arah "*Ethics in Mathematics*" atau "Etika dalam Matematika," sementara yang lain kepada "*Mathematics for Social Justice*" atau "Matematika untuk Keadilan Sosial" sebagai sudut pandang dalam pembahasan masalah etika. Terkait pembahasan tersebut, Müller pertama-tama menguraikan tiga gerakan pendidikan, terkait etika dalam matematika, yang berbeda, yaitu "*Ethics in Mathematics*" (EiM), seperti yang dikembangkan oleh Cambridge University Ethics in Mathematics Project, *Mathematics for Social Justice*, dan karya dari Paul Ernest tentang etika matematika yaitu "*Ethic of Mathematics*". Dari ketiga paparan tersebut, Müller melakukan perbandingan secara filosofi pendidikan di balik ketiga gerakan atau topik tersebut. Pada akhirnya, secara singkat didapatkan kesimpulan bahwa baik *Ethics in Mathematics* maupun *Mathematics for Social Justice* dapat dilihat sebagai strategi pendidikan yang saling melengkapi satu sama lain meskipun memiliki sudut pandang yang berbeda.

Paparan Müller terkait Topik Etika dalam Matematika

Dalam artikelnya, Müller (2022) memberikan paparan terkait tiga gerakan atau topik etika dalam matematika yang saat ini berkembang. Berikut adalah secara singkat penjelasan mengenai ketiga gerakan tersebut.

***Ethics in Mathematics* (EiM)**

Topik ini muncul sebagai tanggapan atas pandangan bahwa matematika netral secara etis, dimana kajian matematika sebagai aktivitas manusia kembali menjadi

fokus yang memunculkan area riset yang dikenal dengan *Ethics in Mathematics* atau "Etika dalam Matematika". Topik riset ini bermula pada pengamatan tentang praktik matematika yang dicirikan dengan kebebasan yang luar biasa dimana matematikawan menciptakan definisi yang kemudian menjadi fokus kajian tertentu dalam matematika. Hal ini dapat dipandang sebagai ciri dari kebebasan yang fundamental. Lebih jauh, praktek para matematikawan, dalam pengembangan ilmu, tersebut merupakan suatu tindakan khusus yang dapat dianggap tidak akan pernah netral secara etis. Oleh karena itu, akan ada konsekuensi etis dalam setiap aspek matematika, dari definisi dan teorema hingga pengajaran dan penerapannya. Terkait pandangan Etika dalam Matematika seperti yang dijelaskan dalam EiM oleh Cambridge University Ethics in Mathematics Society (CUEIMS, 2016) dan the Cambridge University Ethics in Mathematics Project (CUEiMP, 2018) dan Proyek Etika dalam Matematika Universitas Cambridge (CUEiMP 2018) dimana terdapat empat poin utama, yaitu.

1. Empat Tingkat Keyakinan tentang Keterlibatan Matematika dengan Etika

Terdapat banyak publikasi awal tentang Etika dalam Matematika terkait dengan pertanyaan "Apakah ada etika dalam matematika?" (Müller 2018). Müller memberi pemaparan tentang kemungkinan jawaban dari pertanyaan ini berdasarkan kajian dari Chiodo dan Bursill-Hall (2018) yang merumuskan tingkatan terkait keyakinan seseorang terhadap keterlibatan etika dalam matematika.

Tabel 1. Level Keyakinan terhadap Hubungan Matematika dan Etika

Level 0	Percaya tidak ada etika dalam matematika
Level 1	Menyadari ada masalah etika yang melekat dalam matematika
Level 2	Melakukan sesuatu dengan berbicara dengan matematikawan lain
Level 3	Melibatkan diri untuk memiliki "power"
Level 4	Menghilangkan " <i>bad mathematics</i> " atau matematika buruk dari orang lain

(Chiodo & Bursill-Hall, 2018)

Deskripsi dari level tersebut menunjukkan bagaimana pandangan seseorang, terutama matematikawan, terhadap keterkaitan matematika dengan etika dan bagaimana tindakannya dalam konsekuensi hubungan tersebut. Pandangan terkait "*bad mathematics*" tidak hanya terkait dengan kesalahan logika atau hubungan intra-matematika saja, tetapi juga pada hubungan matematika dengan konsekuensi sosial dan etika yang negatif. Terkait hal tersebut Muller (2022) memberikan penjelasan tentang menguraikan matematika yang buruk yang mencakup mengikuti argumen yang salah, membangun aksioma yang salah, atau mencari keuntungan dengan mempraktikkan sesuatu teori yang salah namun membuatnya terlihat lebih ilmiah dan matematis berdasarkan argumen dari Mouhot.

Saat ini mungkin tidak terlalu banyak studi yang dilakukan terkait pertanyaan mengapa keyakinan tentang kepastian pengetahuan matematika dan netralitas etika tampaknya begitu luas di kalangan

mahasiswa dan praktisi (Ernest, 2016). Oleh karena itu, Müller berpendapat bahwa penelitian lebih lanjut sangat diperlukan untuk menjelaskan keyakinan dari banyak praktisi pendidikan matematika yang tampaknya menjadi umum bahwa “tidak ada etika dalam matematika,” seperti dijelaskan oleh Chiodo dan Bursill-Hall (2018).

2. Pesan Pencegahan terhadap Bahaya

Müller (2022) berargumen bahwa selama bertahun-tahun, matematika melalui studi terapannya menjadi sorotan perhatian etis, termasuk statistik, fisika matematika, matematika keuangan, kriptografi, dan pembelajaran mesin yang sangat populer saat ini. Sebagian besar analisis etis ini memiliki satu kesamaan dimana dipicu oleh sebuah kejadian besar seperti bom atom yang dijatuhkan di Jepang pada akhir Perang Dunia Kedua atau kejadian yang berkaitan dengan keuangan seperti dalam krisis keuangan global tahun 2008. Namun berbeda dengan peristiwa tersebut yang terkait dengan matematika terapan, banyak dari disiplin matematika yang memiliki kajian abstrak dianggap netral secara etis sampai aplikasi dan kegunaan konsep dari bidang menjadi jelas. Seperti yang diungkapkan oleh Hersh (Hersh, 1991) bahwa garis antara matematika terapan dan matematika murni bisa "sangat kabur".

Pendapat Hersh tersebut dapat terlihat dari kenyataan dari kejadian di Perang Dunia II dimana hanya selang beberapa tahun sebelum pengembangan bom atom, seorang ahli bernama Hardy masih menyebut mekanika kuantum sebagai ilmu yang abstrak dan tidak memiliki kegunaan secara riil (Coomaraswamy & Hardy,

1941). Sebagai contoh lain, teori bilangan juga dianggap sebagai ilmu murni yang bebas etika namun saat ini menjadi perhatian secara etis terkait penerapannya pada dunia digital dan modern seperti saat ini.

Oleh karena itu, tidak mengherankan jika pesan inti dari *Ethics in Mathematics* "mencegah bahaya" sebagai tujuan dari gerakan ini. Pesan tersebut tertuang dalam pernyataan berikut ini.

“..... Matematika dengan tenaga tinggi dan canggih ada pada banyak bidang, sebagai contoh dalam teknologi modern, keuangan, infrastruktur, pertahanan negara, dan media sosial. Dan mungkin masih banyak terdapat di tempat atau bidang lain pada abad ke-21 ini. Matematika memiliki dampak dan dapat digunakan untuk kebaikan, namun matematika juga dapat menjadi alat untuk merugikan. Kami pikir jelas bahwa ranah penelitian dan praktik matematika dapat membawa praktisi atau orang tersebut ke dalam masalah etika yang mendalam dan spesifik secara profesional.” (CUEiMP 2018)

Perspektif tradisional etika matematika sebagai pertanyaan sub-bidang sesuai dengan pendekatan bermasalah yang ditemukan dalam analisis risiko modern. Ini biasanya mengabaikan bahaya struktural dan terlalu berfokus pada hal-hal baru atau yang tidak diketahui. Hal ini membuat sebagian orang bertanya-tanya apakah teknologi, pengobatan, atau pupuk yang satu ini aman, tetapi jarang mempertimbangkan bagaimana teknologi dan praktik individu dalam interaksinya secara struktural (Lee, 2017). Etika dalam Matematika mencoba menghindari aspek resiko terkait

etika yang terjadi dengan mengeksplorasi masalah etika yang berlaku untuk semua praktisi matematika (CUEiMP 2018).

3. Etika Praktis untuk Matematikawan

Etika dalam Matematika secara khusus menargetkan matematikawan yang masih aktif dan mencoba mempersiapkan mereka untuk terlibat dalam wacana masyarakat tentang bidang mereka. Dalam prakteknya, Cambridge Project and Society juga telah secara serius menangani para sarjana matematika tanpa pelatihan formal dalam filsafat sambil mempertahankan tingkat netralitas tertentu dalam pendekatan pendidikan mereka. Ernest memberikan komentar tentang Proyek Cambridge University Ethics in Mathematics bahwa secara keseluruhan, proyek ini dapat dilihat sebagai upaya pertama yang berharga dan patut dicontoh untuk menutup ruang yang ditinggalkan para pengabai etika yang semakin meluas dikalangan para matematikawan. Terkait hal tersebut, ini adalah beberapa subjek yang menjadi kajian etika dalam hubungannya dengan matematika sebagaimana disebutkan oleh CUEIMS (2016):

- a. Pengantar etika dalam matematika dan mengapa itu penting
- b. Matematika dan pemodelan keuangan
- c. Kriptografi, pengawasan, dan privasi
- d. Keadilan dan ketidakberpihakan dalam algoritme dan AI
- e. Regulasi, akuntabilitas, dan undang-undang
- f. Memahami perilaku komunitas matematika

- g. Psikologi 101: Bagaimana bertahan sebagai ahli matematika di tempat kerja
- h. Melihat ke masa depan, apa lagi yang bisa dilakukan matematikawan?

4. Hubungan dengan Bidang Lain

Dalam hal ini Müller menjelaskan bahwa sejarah kelas matematika dan kelas sains di fakultas matematika Universitas Cambridge berjalan secara paralel dengan seminar etika. Mereka memeriksa kekuatan normatif yang berbeda-waktu yang dianggap berasal dari dan berasal dari matematika melalui penerapannya dalam sains, termasuk tetapi tidak terbatas pada perubahan gagasan tentang hubungan antara model matematika dan dunia fisika dan berbagai mode penalaran matematika dalam ilmu biologi. Di banyak sektor kehidupan kita, matematika memiliki tujuan deskriptif dan normatif dalam penerapannya, karena sering digunakan untuk membangun dan memperkenalkan hukum ekonomi dan sosial baru (Nickel, 2013). Di bidang ini, wacana etis biasanya tidak berhenti dengan pengenalan matematika; sebaliknya, pintu masuk matematika sering menimbulkan masalah etika baru. Pengenalan mode wacana baru mencakup penerapan matematika pada sains dan teknik. Dalam kasus ini interaksi antara model matematika dengan alam memiliki dampak dan tanggung jawab atas pengenalan aspek normatif baru ke dalam masyarakat. Dalam hal ini, pada sesuatu yang terjadi karena pengaruh teknologi matematika.

Dalam perkuliahan sejarah berfokus pada betapa rumitnya pekerjaan sejarawan dan betapa sulitnya

memahami ide-ide yang perlahan berubah dari kekuatan deskriptif dan normatif dalam matematika, yang antara lain didasarkan pada karya Owen Gingerich. Gingerich melakukan proyek yang memakan waktu 35 tahun dan menunjukkan bahwa matematikawan dan astronom banyak menggunakan bagian *De revolutionibus orbium coelestium* Copernicus pada perhitungan (Gingerich, 2005, 2021). Gingerich menemukan banyak marginalia di bagian tentang perhitungan, tetapi tidak di bagian tentang kosmologi. Ini membuatnya berpikir bahwa ahli matematika dan astronom saat ini tidak terlalu memperhatikannya. Copernicus mungkin dipandang sebagai cara yang lebih baik untuk mengerjakan matematika daripada *Almagest* Ptolemeus. Tepat setelah buku Copernicus keluar, tidak ada kesepakatan dalam agama, masyarakat, atau filsafat bahwa model matematika harus menjadi representasi akurat dari dunia nyata. Perdebatan berlanjut dengan Galileo, Kepler, dan Newton, yang masing-masing memberikan penjelasan yang lebih rinci tentang bagaimana model matematika dan dunia nyata cocok satu sama lain.

Mathematics for Social Justice

Pada bagian ini, Müller memberikan paparan tentang gerakan etika lain yang dianggap cenderung berlawanan dengan EiM, yaitu *Mathematics for Social Justice* atau matematika untuk keadilan sosial. Mengambil sudut pandang yang berbeda, karya tentang Matematika untuk Keadilan Sosial menggunakan pendekatan yang berbeda dengan EiM, yang berasal dari literatur pedagogi kritis yang menyoal kalangan yang lebih umum. Dengan mengambil

dasar pada keterkaitan budaya, kekuasaan, wacana publik, dan demokrasi berkaitan dengan pendidikan, para pendukung gerakan ini mengatakan bahwa peneliti dan pendidik yang kritis harus mengambil peran dalam mengadvokasi kebebasan manusia dan keadilan sosial (Giroux, 2007). Sebagai pendekatan pendidikan yang berfokus pada hubungan kekuasaan, identitas, dan pengetahuan, Giroux (2007) merekomendasikan semua pendidik atau guru dalam lingkungan multikultural untuk memiliki kemampuan untuk memahami politik pendidikan (Kincheloe & Steinberg, 1999). Dalam konteks ini, siswa dipandang sebagai "ahli" dan "peserta aktif", dan kelas harus kondusif untuk kreatif, reflektif, dan aktif (Bartolomé, 1994). Pendidik dan siswa didorong untuk memahami ontologi kritis dan mengambil peran sebagai agensi untuk perubahan terkait masalah sosial dan budaya melalui tugas, percakapan, dan refleksi diri yang diberikan (Meyer 2011; Kincheloe 2011).

Secara umum, dapat dipahami bahwa pengusung pendekatan ini memiliki pemahaman bahwa siswa harus menjadi anggota masyarakat yang aktif, membuat keputusan moral, menggunakan matematika untuk kebaikan sosial, dan mampu memeriksa matematika orang lain secara kritis sambil merefleksikan latar belakang sosial mereka sendiri. Hal tersebut mengantarkan tujuan dari *mathematics for social justice* untuk menciptakan pendidikan matematika dapat mencetak ahli matematika yang memiliki kesadaran sosial akan masalah budaya dan sosial pekerjaan mereka, termasuk bias, diskriminasi, keragaman, inklusi, keadilan, kesetaraan. Pendekatan ini dapat dipandang dan

terkait erat dengan pertanyaan tentang kesetaraan. Lebih lanjut, Nolan (Nolan, 2009) memberikan gambaran dari sisi pendidikan tentang pentingnya *mathematics for social justice* dimana mengajar matematika tentang keadilan sosial bukan hanya tentang statistik kemiskinan dan angka populasi yang ada di dunia, namun membawa konsep tersebut ada dalam pikiran dan tindakan guru terhadap siswanya dan dalam pikiran dan tindakan siswa terhadap satu sama lain. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa, isu *social justice* tidak hanya sebagai “konteks” atau jembatan dalam memahami matematika, namun lebih jauh yaitu dapat membawa pesan moral yang melekat dalam diri pembelajar matematika.

Filosofi *Mathematics Ethics Education* Karya Paul Ernest

Pandangan ketiga mengenai keterkaitan matematika dengan etika yang dibahas oleh Müller adalah tentang filosofi *Ethics in Mathematics* dari Paul Ernest. Terkait dengan banyak penilaian matematika yang berlebihan di masyarakat, Ernest meminta matematikawan untuk menyadari bahwa ada sisi gelap yang muncul dari hal tersebut. Diantara pandangan yang banyak diyakini oleh para matematikawan tersebut adalah keyakinan bahwa berlatih dan belajar banyak tentang matematika selalu mengarah pada hasil yang baik (Ernest, 2016). Dalam hal ini, Ernest (Ernest, 2016) berpendapat bahwa nilai-nilai terbuka yang dianggap berasal dari matematika yang sebagian besar dianggap sebagai kebenaran, kemurnian, universalitas, dan keindahan, dapat menyulitkan matematikawan untuk menemukan nilai-nilai tersembunyi yang mungkin muncul dan berhubungan etika. Dalam mengidentifikasi tiga aspek buruk yang mungkin muncul dalam belajar matematika, Ernest secara efektif

menjembatani kedua pandangan sebelumnya yang telah dibahas yaitu Etika dalam Matematika dan Matematika untuk Keadilan Sosial dengan pernyataan sebagai berikut.

- a. Sifat matematika murni yang mengarah pada gaya berpikir yang dapat merusak ketika diterapkan di luar matematika, seperti pada masalah sosial dan hubungan antar manusia.
- b. Penerapan matematika dalam masyarakat bisa berdampak dalam kerusakan rasa kemanusiaan, kecuali jika dipantau dan diperiksa dengan sangat hati-hati.
- c. Dampak pribadi dari pembelajaran matematika terhadap pemikiran dan peluang hidup, dapat menjadi negatif bagi sebagian kecil siswa yang kurang berhasil, serta berpotensi berbahaya bagi siswa yang berhasil.

Ernest berpandangan agar matematika memiliki penilaian yang tepat di masyarakat, dibutuhkan dua kelompok, yaitu yang berusaha secara aktif berbuat baik dengan matematika dan yang berusaha mencegah bahaya. Oleh karena itu, keduanya, baik EiM maupun *mathematics for social Justice*, menjadi gerakan yang penting menurut Ernest dalam hubungan yang erat dengan Etika dengan Matematika.

Filosofi Pendidikan Etika dalam Matematika Menurut Muller: Komparasi dan Integrasi ke dalam kurikulum

Terkait beberapa pendekatan etika dalam matematika yang telah dipaparkan sebelumnya, Muller memberikan

gambaran singkat tentang bagaimana perbandingannya, yaitu antara "*ethic in mathematics*" dan "*math for social justice*"?

Tabel 2. Perbandingan EiM dan *mathematics for social justice*

Perbandingan antara " <i>ethic in mathematics</i> " dan " <i>mathematics for social justice</i> "	
Persamaan	Berusaha untuk membangun sebuah lembaga atau gerakan untuk perubahan positif pada siswa, praktisi, atau matematikawan melalui pesan moral
	Ditujukan agar seseorang memiliki kesadaran terkait pekerjaan mereka yang dimungkinkan memiliki dampak sosial atau kultural
Perbedaan	<p><i>Ethic in mathematics:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. membawa pesan moral tentang pencegahan terhadap etika negatif yang mungkin terjadi. 2. Ditujukan pada kalangan khusus, seperti praktisi dan peneliti matematika, pembelajar matematika atau orang yang berpotensi mendapatkan "dampak buruk" dari mempelajari matematika.
	<p><i>Mathematics for social justice</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. membawa pesan moral positif dimana berfokus bagaimana siswa dapat berbuat baik dalam masyarakat. 2. Ditujukan pada kalangan yang lebih luas dan umum.

Berdasarkan pandangan Muller, *Mathematics for social justice* adalah gerakan ilmiah dan pendidikan besar, yang diambil dari teori kritis dan pedagogi dan upaya aktivis masyarakat dalam memperjuangkan keadilan sosial dalam politik dan masyarakat. Sementara itu, literatur yang berkembang tentang EiM, sebaliknya, dikembangkan oleh

para peneliti matematika. Oleh karena itu, gerakan tersebut tidak menantang klaim untuk landasan universal akal dan objektivitas rasional sehingga sebagian besar memiliki fokus yang independen dari asumsi dasar tentang sifat logis matematika. Tidak seperti filosofi pendidikan matematika karya Paul Ernest dan banyak aspek pada *Mathematics for social justice, Ethic in mathematics* hanya sebagian kecil bersifat sosial konstruktivis, yang menerima bahwa definisi, lemma, proposisi, dan teorema berasal dari agenda penelitian yang dirancang oleh manusia yang diinformasikan oleh lingkungan dan budaya tertentu. Etika dalam perspektif Matematika pada etika matematika agak mengikuti kritik Gold terhadap filsafat konstruktivis sosial matematika (Gold 1999). Ia mencoba untuk membedakan matematika dari pengetahuan matematika dan banyak dibangun di atas penalaran etis pada kegunaan matematika. Pandangan terhadap aspek manusia terbatas pada penelitian, pengajaran dan pelaksanaan matematika, dan penerapan matematika pada masalah ekstra-matematis.

Dalam kaitannya dengan integrasi kurikulum, Muller menjelaskan bahwa saat ini hanya beberapa mata kuliah etika praktis matematika yang telah didefinisikan dalam literatur (Chiodo & Bursill-Hall, 2018; Franklin, 2006). Namun, beberapa studi terbaru telah menekankan kebutuhan untuk mengintegrasikannya secara tepat ke dalam kurikulum matematika yang ada (Chiodo & Bursill-Hall, 2018). Kursus atau mata kuliah apa pun tentang etika juga perlu mempertimbangkan tentang kesempatan belajar yang tersedia bagi siswa tentang topik ini. Apakah mereka harus mengikuti kursus etika umum yang menekankan perilaku

ilmiah yang benar? Adakah kursus filsafat dan sejarah ilmiah yang menyertai yang dapat dibangun dalam kuliah tentang etika? Para pendiri *Ethics in Mathematics* mencatat bahwa ini dapat menjadi tantangan khusus bagi siswa jika kebijakan fakultas tidak sepenuhnya mendukung mata kuliah etika atau komponen etis dari mata kuliah lain (Chiodo & Bursill-Hall, 2018). Berbeda dengan mata kuliah pengantar standar aljabar linier dan analisis yang diambil mayoritas mahasiswa matematika di awal studinya, mata kuliah pengantar etika harus disesuaikan dengan kurikulum yang ada dan wacana informal tentang etika matematika yang terdapat di kalangan fakultas. Ini bisa menjadi tantangan, dan ini juga berlaku untuk upaya memasukkan *mathematics for social justice* ke dalam kurikulum.

Dalam simpulannya, Muller memberikan argumen bahwa meskipun Proyek Etika Universitas Cambridge dalam Matematika tidak memiliki filosofi pendidikan khusus, sebagai etika dari matematikawan untuk matematikawan, ia mengambil posisi yang dapat ditemukan dalam filosofi pendidikan matematika dan filosofi matematika yang ada. Dari sudut pandang praktis, posisi ini sangat mirip dengan posisi praktisi matematika umum. *Ethics in Mathematics* dan *mathematics for social justice* melihat tanggung jawab etis dalam matematika dari sudut pandang yang berbeda. Namun, secara bersama-sama, mereka membuat percakapan yang baik dalam menjelaskan berbagai masalah sosial, budaya, dan etika yang dihadapi dalam praktik pendidikan matematika dan pendidikan. Analisis Muller menunjukkan beberapa perbedaan utama dan membuat saran untuk apa yang hilang dari agenda

penelitian *Ethics in Mathematics*. Kedua gerakan tersebut sudah seharusnya dilihat sebagai dua sisi mata uang yang sama. Perbedaan yang mencolok hanya pada penggunaan filosofi pendidikan yang disesuaikan dengan kelompok yang hendak dijangkau.

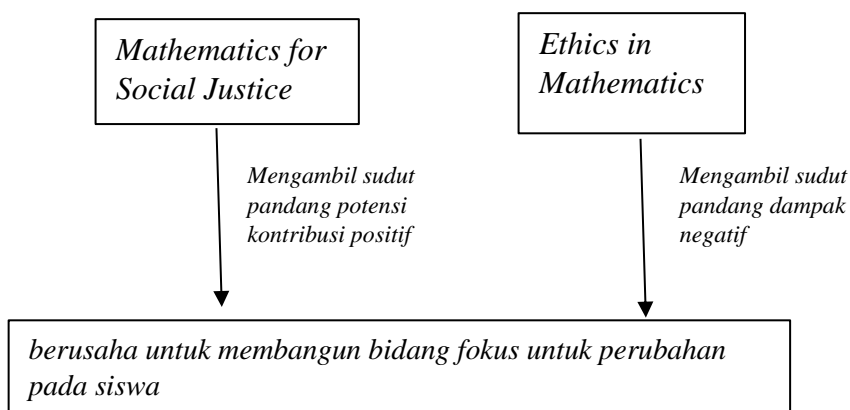
DISKUSI

Peran Matematika dalam Pendidikan Etika

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan oleh Muller, dengan melihat dari sudut pandang umum, didapatkan poin yang perlu mendapatkan perhatian dari semua kalangan, yaitu pentingnya pendidikan etika dan bagaimana matematika mengambil peran dalam pendidikan etika. Mengambil sudut pandang pendidikan etika dalam matematika, baik gerakan EiM atau *mathematics for social justice*, studi ini secara implisit mengajak semua pihak yang terlibat dalam pendidikan matematika untuk mengambil peran dalam kepeduliannya terhadap pendidikan etika. Dapat dipahami bahwa hal ini sejalan dengan beberapa studi yang menekankan pentingnya pendidikan etika (Chowdhury, 2016; Gülcan, 2015). Secara khusus (Gülcan, 2015) menyatakan bahwa pendidikan adalah bagian penting lainnya dari kehidupan sehingga etika memegang peranan yang sangat penting dan bermanfaat dalam pendidikan. Studi tersebut menekankan bahwa etika harus diajarkan di sekolah atau universitas agar para pembelajar dapat belajar bagaimana menjadi orang menjunjung tinggi nilai kultural atau sosial yang berlaku dalam masyarakat.

Dalam hal peran, seperti yang rangkum oleh Muller, dua pendekatan dua pendidikan etika matematika yang

muncul telah berkembang dan mengambil bagian masing-masing yang saling melengkapi satu sama lain. Meskipun, ada yang beranggapan bahwa kedua pendekatan tersebut saling berseberangan, namun pada intinya perbedaan hanya pada tujuan dan pengambilan sudut pandang. Berikut ini adalah ilustrasi sederhana mengenai hubungan kedua pendekatan ini yang saling melengkapi.



Gambar 1. Hubungan EiM dan *Mathematics for Social Justice*

Mana yang lebih Implementatif? *Ethics in Mathematics* atau *Mathematics for Social Justice*

Meskipun *Ethics in Mathematics* atau *Mathematics for Social Justice* dapat dikatakan suatu bentuk peran matematika dalam kepeduliannya terhadap pendidikan etika yang memang menjadi salah satu isu besar terhadap perubahan besar dalam masyarakat, selaras dengan pendapat Ernest (Ernest, 2018) bahwa muara dari kajian fokus kajian ini adalah tentang mengajarkan filosofi dan khususnya etika matematika. Berdasarkan argumen ini,

sudah tentunya isu utama dari kajian tentang etika dalam matematika atau pendidikan matematika, dari sudut pandang manapun, adalah bagaimana pengajaran tentang filosofi suatu ilmu dapat dikenalkan kepada penuntut ilmu, dalam hal ini tentunya dimana matematika itu diajarkan. Jika etika menjadi isu utama, maka pertanyaan tentang mana yang lebih baik dari dua gerakan tersebut, *Ethics in Mathematics* atau *Mathematics for Social Justice*, tidaklah menjadi penting pertanyaan tentang mana yang lebih implementatif mengingat keduanya merupakan masuk dalam isu etika yang perlu mendapat perhatian. Pandangan Müller (2022) yang menyatakan bahwa dua pendekatan atau gerakan ini ibarat dua sisi mata uang yang memiliki penampilan berbeda namun bagian yang tidak dapat dipisahkan, menunjukkan bahwa seharusnya secara implementasi kedua pandangan ini dapat dirangkum menjadi satu dan diimplementasikan secara terintegrasi. Hal tersebut jika berkaitan dengan implementasinya, baik dalam suatu seminar atau suatu mata kuliah tertentu pada level universitas.

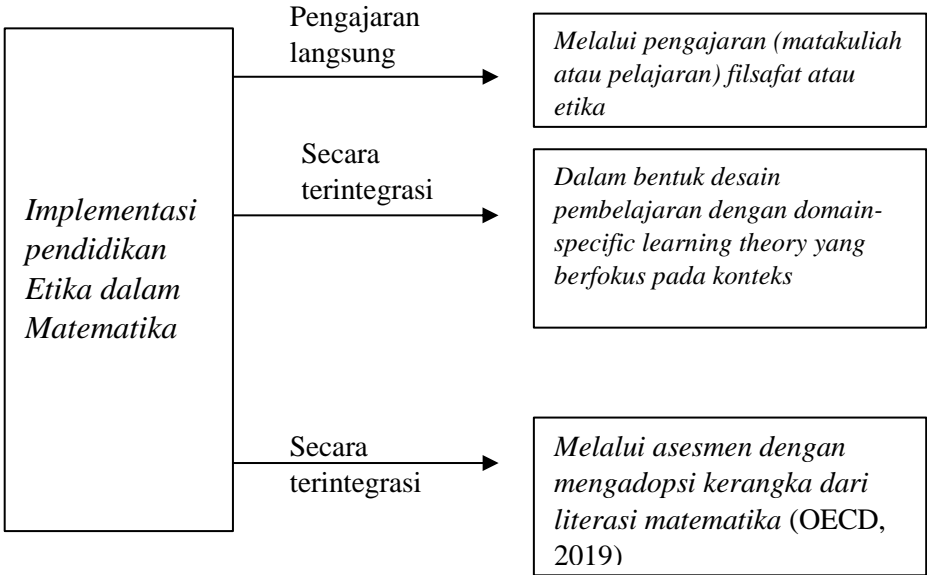
Disisi lain, untuk level pendidikan dasar maupun menengah, baik *Ethics in Mathematics* atau *Mathematics for Social Justice*, memiliki peluang dikenalkan secara beriringan baik secara terintegrasi dengan topik tertentu maupun secara khusus pada topik pelajaran yang memang fokus dengan isu etika. Namun, jika dilakukan secara terintegrasi atau implisit pada konten tertentu dalam matematika maka pandangan *Mathematics for Social Justice* adalah yang paling sesuai. Mengenalkan “kebaikan” matematika secara terintegrasi dapat dilakukan melalui pendekatan pembelajaran yang

berkembang dalam fokus pendidikan matematika, misalkan *ethnomatematics* atau *realistic mathematics education*, dimana konteks menjadi perhatian utama. Dalam hal ini, konteks tersebut dapat berupa situasi yang berkaitan dengan etika ataupun nilai kebaikan yang sejalan dengan proyek dari *Mathematics for Social Justice*.

Bagaimana seharusnya pendidikan etika dalam Matematika diimplementasikan?

Merujuk pada pendapat Ernest (2018), maka implementasi berkaitan dengan isu etika, pengajaran filsafat atau filosofi dari suatu ilmu menjadi penting. Disini penulis mendukung bahwa salah satu solusi dari implementasi pendidikan etika ataupun matematika untuk keadilan sosial adalah pengajaran *Philosophy of Mathematics* jika dilakukan secara langsung. Namun, jika dilakukan secara terintegrasi atau implisit maka isu etika ini dapat diimplementasikan dengan “membawa” masalah etika ini dalam pembelajaran dengan pendekatan-pendekatan dalam pendidikan matematika kan memiliki fokus pada masalah konteks. Realistic Mathematics Education (RME), yang berpegang pada pendapat fruedenthal bahwa ‘*mathematics as human activity*’ (Gravemeijer & Terwel 2000), maka dapat dipahami bahwa isu etik atau kebaikan yang dibawa oleh gerakan *Mathematics for Social Justice* atau *Ethics in Mathematics* dapat menjadi bagian dari pendidikan matematika. Terakhir, bentuk integrasi yang dapat dilakukan adalah melalui model asesmen berbentuk literasi matematika yang dikenalkan oleh OECD melalui studi PISA-nya (OECD, 2019). Secara ringkas, proposed framework terkait implementasi

pendidikan etika dalam matematika atau pendidikan matematika penulis usulkan sebagai berikut (gambar 2).



Gambar 2. Proposed framework untuk mengimplementasikan pendidikan etika dalam matematika

PENUTUP

Sebagai penutup, melalui studi EiM, khususnya, memberi sanggahan yang menganggap bahwa matematika adalah kekuatan positif tanpa ada potensi unsur etik buruk dibaliknya. Banyak studi yang memberikan paparan terhadap potensi dampak bahaya yang ditimbulkan oleh belajar matematika jika tidak diajarkan dan digunakan dengan tepat. Dilain pihak, potensi matematika berperan dalam mempromosikan kebaikan-kebaikan dalam lingkungan sosial ditunjukkan oleh studi *Mathematics for*

Social Justice. Dengan melihat secara komprehensif bahwa kedua pandangan ini ibarat dua sisi mata uang yang menunjukkan peran matematika terkait perhatiannya pada masalah kemanusiaan dan etika, maka kedua gerakan ini akan menjadi satu topik praktis yang mampu menjawab isu etik yang ada di masyarakat melalui implementasi yang salah satunya melalui bidang pendidikan. Selain itu, hal ini juga dapat menjadi topik riset besar untuk menjawab tantangan-tantangan baru yang berpotensi muncul kedepannya sebagai akibat dari perkembangan ilmu, dimana matematika memiliki kontribusi terhadapnya. Di akhir, kami menawarkan sebuah propose framework tentang implementasi pendidikan etika dalam matematika dalam upaya untuk menambah nilai matematika dalam kontribusinya terkait isu etika dan keadilan sosial.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartolomé, L. (1994). Beyond the Methods Fetish: Toward a Humanizing Pedagogy. *Harvard Educational Review*, 64(2).
<https://doi.org/10.17763/haer.64.2.58q5m5744t325730>
- Chiodo, M., & Bursill-Hall, P. (2018). Four levels of ethical engagement. *Ethics in Mathematics Discussion Papers*.
- Chowdhury, M. (2016). Emphasizing morals, values, ethics, and character education in science education and science teaching. *The Malaysian Online Journal of Educational Sciences (MOJES)*, 4(2).

- Coomaraswamy, A. K., & Hardy, G. H. (1941). A Mathematician's Apology. *The Art Bulletin*, 23(4). <https://doi.org/10.2307/3046793>
- CUEiMP. (2018). *The Cambridge University Ethics in Mathematics Project*. <https://Cueims.Soc.Srcf.Net/>.
- CUEIMS. (2016). *Cambridge University Ethics in Mathematics Society*. <https://Cueims.Soc.Srcf.Net/>.
- Ernest, P. (2016). The problem of certainty in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 92(3). <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9651-x>
- Ernest, P. (2018). *The Ethics of Mathematics: Is Mathematics Harmful?* https://doi.org/10.1007/978-3-319-77760-3_12
- Ernest, P. (2021). Mathematics, ethics and purism: an application of MacIntyre's virtue theory. *Synthese*, 199(1-2). <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02928-1>
- Franklin, J. (2006). A "Professional Issues and Ethics in Mathematics" course. *MSOR Connections*, 6(3). <https://doi.org/10.11120/msor.2006.06030002>
- Gingerich, O. (2005). Researching The book nobody read: the De revolutionibus of Nicolaus Copernicus. *Papers. Bibliographical Society of America*, 99(4). <https://doi.org/10.1086/pbsa.99.4.24296072>
- Gingerich, O. (2021). An Annotated Census of Copernicus' De revolutionibus. In *An Annotated Census of Copernicus' De revolutionibus*. <https://doi.org/10.1163/9789004502611>
- Giroux, H. A. (2007). Utopian thinking in dangerous times: Critical pedagogy and the project of educated hope. In *Utopian Pedagogy: Radical Experiments Against Neoliberal Globalization*. <https://doi.org/10.3138/9781442685093-004>
- Gravemeijer, K., & Terwel, J. (2000). Hans Freudenthal: A mathematician on didactics and curriculum theory.

- Journal of Curriculum Studies*, 32(6).
<https://doi.org/10.1080/00220270050167170>
- Gülcan, N. Y. (2015). Discussing the Importance of Teaching Ethics in Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.942>
- Hersh, R. (1991). Mathematics has a front and a back. *Synthese*, 88(2). <https://doi.org/10.1007/BF00567741>
- Kincheloe, J. L., & Steinberg, S. R. (1999). Changing Multiculturalism. In *Changing Education* (Vol. 53, Issue 9).
- Lee, M. (2017). The Ethics of Invention: Technology and the Human Future. *Law, Innovation and Technology*, 9(1).
<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1306967>
- Müller, D. (2022). *Situating "Ethics in Mathematics" as a Philosophy of Mathematics Ethics Education*.
- Nickel, G. (2013). Diskussion. *Mitteilungen Der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 21(3), 132-132.
<https://doi.org/10.1515/dmvm-2013-0052>
- Nolan, K. (2009). Mathematics in and through social justice: Another misunderstood marriage? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 12(3).
<https://doi.org/10.1007/s10857-009-9111-6>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Rittberg, C. J. (2019). On the contemporary practice of philosophy of mathematics. *Acta Baltica Historiae et Philosophiae Scientiarum*, 7(1).
<https://doi.org/10.11590/abhps.2019.1.01>
- Rittberg, C. J., Tanswell, F. S., & van Bendegem, J. P. (2020). Epistemic injustice in mathematics. *Synthese*, 197(9).
<https://doi.org/10.1007/s11229-018-01981-1>

Biodata Penulis

Achmad Dhany Fachrudin, lahir di Sidoarjo pada 04 Mei 1988. Menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Semambung pada tahun 2000, SMPN 1 Wonoayu pada tahun 2003, dan SMAN 3 Sidoarjo pada tahun 2006. Kemudian, menyelesaikan S1 Pendidikan Matematika di UNESA 2011 dan S2 Pendidikan Matematika Unsri 2014. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Bekerja sebagai dosen tetap di Prodi S1 Pendidikan Matematika STKIP PGRI Sidoarjo. Aktif menulis dan meneliti yang berfokus pada bidang Literasi Matematis, Sejarah Matematika, dan Finansial serta kaitannya dengan Pendidikan Matematika. Selain itu, ikut terlibat dan berperan dalam beberapa proyek Pendidikan matematika dan pengembangannya yang dilakukan oleh Kemdikbudristek seperti penulis modul numerasi, penyadur buku, penyusun asesmen numerasi untuk guru, dan penulis modul numerasi untuk guru. Selain itu, aktif berperan dalam penerbitan buku sebagai pengurus Penerbit Numerasia yang berfokus pada buku akademis dan luaran hasil penelitian. Masukan positif berupa saran atau kritik pada karya penulis dapat disampaikan pada email dh4nyy@gmail.com.

MATEMATIKA KONTEKS TRADISI DAN HISTORI: DENUNSIASI ARGUMENTASI DURASI VS SUBSTANSI

Iesyah Rodliyah

iesyah.22009@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini membahas tentang pentingnya pengajaran matematika dengan adanya konteks tradisi dan histori atau lebih sering dikenal dengan budaya dan sejarah. Namun, terdapat denunsiasi pada upaya pelaksanaannya dengan berbagai alasan dan yang paling menonjol dikarenakan argumentasi durasi dan substansi. Sebuah penelitian yang telah dilakukan oleh Ilhan M Izmirli (2020) menjelaskan bahwa dari semua argumen yang ditujukan untuk menyanggah penyajian topik-topik matematika dalam konteks budaya dan sejarah, yang paling utama adalah argumen-argumen yang disebut sebagai Argumentasi durasi versus substansi. Ilhan (2020) membagi pembahasan artikelnya menjadi dua, yang pertama mengevaluasi dan menyanggah alasan-alasan dengan menggunakan garis penalaran konstruktivis sosial. Untuk tujuan ini, Ilhan (2020) membahas prinsip-prinsip dasar konstruktivisme radikal dan sosial. Kemudian yang kedua, melalui beberapa contoh konkret sederhana, menunjukkan bagaimana konstruktivisme sosial secara teratur menggiring metodologi pedagogis yang menanamkan konsep-konsep matematika dalam hubungannya dengan konteks histori dan tradisi.

Kata kunci: pendidikan matematika, filsafat pendidikan matematika, argumentasi durasi, argumentasi substansi

PENDAHULUAN

Ilhan (2020) menyatakan bahwa upaya intensifikasi/peningkatan untuk mengisolasi matematika dari konteks budaya dan sejarahnya, yaitu esensi intinya, telah membuat pembenaran untuk penggabungan konteks tersebut menjadi kewajiban yang sangat dibutuhkan. Namun banyak keberatan yang kemudian diperdebatkan, meskipun sebagian besar tidak jelas, telah disajikan oleh matematikawan yang membantah pentingnya pendekatan komprehensif semacam itu untuk pengajaran matematika. Yang paling umum dari penolakan-penolakan ini, dan yang paling tidak mungkin untuk memancing kemarahan, adalah apa yang disebut sebagai argumentasi durasi dan substansi.

Ilhan (2020) mendeskripsikan argumentasi para pendukung durasi yang mengklaim bahwa tidak ada cukup waktu untuk menyajikan topik matematika dalam konteks sejarah dan budaya. Hal ini merupakan pendapat yang wajar dari sudut pandang filosofis yang menganggap aspek histori dan tradisi matematika sebagai sesuatu yang terputus dari matematika dan lebih rendah dari materi substansi "aktual", akibatnya, topik matematika dalam konteks sejarah dan budaya tidak layak mendapatkan durasi di dalam kelas dalam pengaturan yang berfungsi di bawah batasan waktu. Akibatnya, secara implisit dalam argumen ini adalah tidak berartinya aspek historis dan budaya matematika dan pentingnya pencapaian kemahiran yang bersifat mekanis. Sedangkan untuk para pendukung argumentasi substansi terutama yang berpegang pada prinsip bahwa sejarah matematika bukanlah matematika dan karenanya tidak boleh menjadi bagian dari konten kelas matematika

tradisional. Hal ini, tentu saja, mempromosikan sudut pandang bahwa matematika hanyalah kumpulan fakta statis yang sangat terspesialisasi dan terkotak-kotak dengan kuat.

Inti dari kedua argumen ini menurut Ilhan (2020) dalam bukunya Ernest (1998) telah mencoba untuk menempatkan noda/cacat yang tak terhapuskan pada metodologi pengajaran matematika yang mencakup semua, meletakkan definisi seseorang tentang apa yang merupakan matematika, yaitu persepsi seseorang tentang sifat matematika, ergo, filosofi seseorang tentang matematika: apakah matematika merupakan produk budaya atau apakah itu bebas budaya? Apakah itu dianggap sebagai ringkasan fakta yang stagnan atau sebagai aktivitas manusia yang penuh dengan aspek budaya, historis, dan humanistik, yaitu sebagai "bidang kreasi dan penemuan manusia yang dinamis dan terus berkembang, produk budaya"? Apakah itu kumpulan pernyataan yang tak terbantahkan tentang kesempurnaan logis dan kesempurnaan total atau apakah itu, sebagai struktur yang dibuat manusia, harus dibayangkan sebagai tidak pasti, dapat dipalsukan, dan terbuka untuk disangkal dan direvisi? Apakah konsep-konsep matematika ditemukan atau diciptakan? Apakah matematika harus disajikan sebagai produk yang sudah jadi dan dipoles dengan baik atau sebagai suatu proses? Apakah matematika merupakan sarana penyelidikan atau bidang pengetahuan yang statis?

Menurut Ilhan (2020) semua matematikawan secara sadar atau tidak, memilih sisi yang mana terkait adanya argumentasi-argumentasi ini. Seorang matematikawan menggunakan pilihan ini untuk menyusun dan membentuk

konten materi pelajaran dan cara untuk menyajikannya kepada siswa. Sebagai contoh, jika seseorang memandang matematika sebagai akumulasi fakta-fakta yang tak terbantahkan, aturan logis, dan keterampilan yang bijaksana untuk digunakan dalam pelayanan ilmu pengetahuan, maka seseorang memilih untuk menjadi ahli penyebar kebenaran statis. Dalam hal ini, tidak begitu penting untuk menunjukkan mengapa dan bagaimana aturan-aturan dan fakta-fakta, yang terpenting adalah bahwa siswa mengembangkan penguasaan keterampilan mekanis yang diperlukan pada tingkat itu. Sang guru menyajikan fakta-fakta dan siswa yang patuh mempelajarinya tanpa merasa perlu mempertanyakan keabsahannya: jika buku mengatakan demikian, dan jika sang guru mengatakan demikian, pasti demikian.

Ilhan (2020) juga menambahkan contoh lain, jika seseorang memandang matematika sebagai antologi pengetahuan yang ditemukan (dan tidak ditemukan) melalui penyelidikan metadis dan logis, yaitu, jika konsep matematika masih ada di dunia bawah bayangan Platonis yang independen dari penyelidikan dan aktivitas manusia, maka guru menjadi utusan yang mengambil dan membawa fakta-fakta ini ke dunia siswa. Peran guru kemudian menjadi parafrase, bertugas menyajikan temuan matematika yang agak mistis ini sebagai sistem pengetahuan yang terpadu.

Dengan demikian, jelas, jawaban atas pertanyaan apa pun yang melibatkan organisasi dan pembagian materi dalam kelas matematika, dan karenanya baik untuk argumen durasi maupun substansi, bertumpu pada pemahaman seseorang tentang sifat matematika, yaitu

filosofi matematika seseorang, dan akibatnya, harus melibatkan setidaknya ekspedisi singkat melalui disiplin ini. Jelas, ini sama sekali bukan pernyataan baru atau inventif.

Ilham (2020) menjelaskan bahwa karena filsafat matematika terkait erat dengan persepsi seseorang tentang pengetahuan, dan khususnya, pengetahuan ilmiah, diskusi tentang filsafat matematika, khususnya tentang masalah yang melibatkan pedagogi, harus dimulai dengan mendefinisikan secara jelas konsep pengetahuan ilmiah. Oleh karena itu, pada bagian berikutnya Ilhan (2020) memfokuskan isi artikel ini dengan cara yang agak epigram terkait suatu karakterisasi pengetahuan ilmiah. Selanjutnya, di Bagian ketiga, Ilhan (2020) akan menerapkan penggambaran ini pada matematika, dan di bagian keempat dan terakhir akan disajikan kesimpulan. Namun sebelum kesimpulan, penulis memaparkan hasil diskusi terkait dukungan terhadap artikel Ilhan (2020) tentang peran pentingnya pengajaran matematika dengan konteks tradisi/budaya dan histori/sejarah yang didukung dengan artikel-artikel lain yang sejalan dan seirama.

KONSTRUKTIVISME DAN KONSTRUKTIVISME RADIKAL

Ilhan (2020) mendeskripsikan tentang sains klasik yang merupakan sarana untuk mencapai kebenaran atau realitas. Pendekatan klasik ini sekarang hampir sepenuhnya ditinggalkan demi interpretasi yang lebih modern dari konsep-konsep sains sebagai dasar menjadi konstruksi mental yang diusulkan untuk menjelaskan pengalaman indrawi manusia, prinsip utama epistemologi konstruktivis.

Namun, sayangnya, pandangan klasik dengan eksposisi fakta ilmiah yang berlaku, secara implisit masih memikat para pendidik yang tidak curiga dengan hegemoninya yang menindas.

Ilhan (2020) juga menyatakan klaim bahwa pengetahuan ilmiah dikonstruksi oleh manusia, yaitu, fakta bahwa makna dan pengetahuan selalu konstruksi manusia dan tidak ditemukan dari dunia, bukan merupakan penolakan terhadap keberadaan Realitas ontologis eksternal yang independen dari pemikiran manusia; itu hanyalah pernyataan dari ketidakterjangkauan. Memang, postulasi dasar konstruktivisme adalah bahwa Realitas ontologis sama sekali tidak koheren sebagai konsep, karena tidak ada cara untuk memverifikasi bahwa seseorang telah mencapai pengetahuan definitif tentangnya. Karena, seseorang harus sudah mengetahui terdiri dari apa Realitas ini untuk mengkonfirmasi bahwa seseorang akhirnya telah sampai pada Realitas itu - sebuah kontradiksi.

Ajaran penting lainnya dari teori konstruktivis adalah bahwa tidak ada metodologi tunggal yang valid dalam sains, melainkan berbagai metode yang efektif. Untuk informasi lebih lanjut Ilhan (2020) menyarankan untuk melihat referensi dari Schofield (2008), Crotty (1998), dan Vygotsky (1978).

Meskipun istilah epistemologi konstruktivis pertama kali digunakan oleh Jean Piaget dalam artikelnya yang terkenal tahun 1967 *Logique et Connaissance Scientifique* yang muncul dalam *Encyclopédie de la Pléiade*, (Piaget 1967), orang dapat melacak ide-ide konstruktivis ke filsuf Yunani awal seperti Heraclitus (c.535). SM - ± 475 SM),

Protagoras (490 SM - 420 SM), dan Socrates (\pm 469 SM - 399 SM). Memang, pepatah Heraclitus *panta rhei* (semuanya mengalir), klaim Protagoras bahwa manusia adalah ukuran segala sesuatu, dan pepatah Socrates "ἐγώ" (Saya hanya tahu bahwa saya tidak tahu apa-apa), dapat dengan jelas ditafsirkan sebagai pelopor paradigma konstruktivis. Perspektif ini bahkan lebih terlihat dalam karya-karya skeptis Pyrrhonian, yang menolak prospek mencapai kebenaran baik dengan cara indrawi atau dengan alasan, yang, pada kenyataannya, bahkan menganggap klaim tidak ada yang bisa diketahui sebagai dogmatis.

Ilhan (2020) menyatakan bahwa tetap tidak aktif selama beberapa abad, epistemologi konstruktivis direvitalisasi oleh filsuf Italia, sejarawan, dan ahli retorika, Giambattista Vico (1668-1744). Vico, seorang kritikus rasionalisme dan pembela kuno klasik, menentang semua jenis reduksionisme, dan karenanya sintesis Cartesian. Dalam karya besarnya, *La scienza nuova*, ia mengemukakan prinsip *verum esse ipsum factum* (kebenaran itu sendiri dibuat), sebuah proposisi yang tentu saja dapat ditafsirkan sebagai contoh awal epistemologi konstruktivis (Bizzell dan Herzberg 2000). Memang, dengan cara yang sama, filsuf idealis Inggris George Berkeley (1685-1753), Uskup Cloyne, yang klaim *esse est percipi* (menjadi adalah untuk dirasakan) menantang metafisika, juga dapat ditafsirkan sebagai salah satu nenek moyang dari epistemologi konstruktivis.

Epistemologi konstruktivis diubah pada 1970-an oleh filsuf Jerman-Amerika Ernst von Glasersfeld (1917-2010) dengan model epistemologis konstruktivis radikalnya. Istilah radikal digunakan untuk menekankan fakta bahwa

dari perspektif epistemologis, semua jenis konstruktivisme harus radikal agar tidak kembali ke beberapa bentuk realisme.

Epistemologi Von Glasersfeld dipengaruhi oleh karya-karya Vico dan Piaget. Memang, meskipun ia dianggap sebagai "seorang konstruktivis yang bahkan lebih radikal daripada Piaget" oleh orang-orang seperti Hermine Sinclair, penerus Piaget di Jenewa (Sinclair 1987, 29), von Glasersfeld sendiri menyebut Piaget sebagai "pelopor besar teori konstruktivis. mengetahui" (von Glasersfeld 1990a) dan sebagai "konstruktivis paling produktif di abad kita" (von Glasersfeld 1996).

Menurut Ilhan (2020) dalam bukunya Glasersfeld (1989), inti dari teori konstruktivis radikal adalah argumen bahwa :

- i. Pengetahuan tidak diterima secara pasif tetapi secara aktif dibangun oleh subjek yang menyadarinya
- ii. Fungsi kognisi bersifat adaptif dan melayani pengorganisasian dunia pengalaman, bukan penemuan realitas ontologis.

Akibatnya, prinsip dasar konstruktivisme radikal adalah bahwa segala jenis pengetahuan dibangun daripada dirasakan melalui indera. Seperti yang dikatakan von Glasersfeld

... pengetahuan adalah hasil dari aktivitas konstruktif subjek individu, bukan komoditas yang entah bagaimana berada di luar yang mengetahui dan dapat disampaikan atau ditanamkan oleh persepsi yang rajin atau komunikasi linguistik (von Glasersfeld 1990b, hlm. 37).

Dengan demikian, Pengetahuan adalah proses kognitif yang terorganisir sendiri dari otak manusia, yang tujuannya bukanlah pencapaian citra sejati dunia nyata, tetapi pembentukan organisasi dunia yang layak seperti yang dialami.

PENERAPAN FILSAFAT MATEMATIKA: KONSTRUKTIVISME SOSIAL

Seperti yang disebutkan di Bagian pertama, Ilhan (2020) menyatakan di dalam artikelnya, bahwa pernyataan semua teori pengajaran dan pembelajaran matematika bertumpu pada epistemologi sekarang diterima secara luas, apakah dinyatakan secara terbuka atau tidak:

Bahkan, apakah seseorang menginginkannya atau tidak, semua pedagogi matematika, bahkan jika hampir tidak koheren, bertumpu pada filosofi matematika (Thom 1973, hal. 204).

Namun, upaya untuk secara eksplisit melembagakan konsep epistemologis dalam ranah pedagogi biasanya menimbulkan beberapa perlawanan antagonis. Faktanya,

Untuk memperkenalkan pertimbangan epistemologis ke dalam diskusi pendidikan selalu dinamis. Socrates melakukannya, dan dia segera diberi hemlock. Giambattista Vico melakukannya pada abad ke-18, dan pemerintah tidak dapat menguburnya dengan cukup cepat (von Glasersfeld 1983, hlm. 41).

Sifat yang agak kontroversial dari masalah epistemologis dalam pedagogi, dan khususnya dalam pedagogi matematika, telah menyebabkan banyak konflik

dan perselisihan di lapangan. Ilhan (2020) mempercayai adanya divergensi ini yang mengikuti fakta bahwa pendidik, pada umumnya, memiliki perspektif, keyakinan, dan epistemologi yang berbeda, sangat sehat untuk bidang pedagogi matematika dan merupakan kontributor utama bagi perkembangannya secara keseluruhan. Ini adalah penghargaan bagi Ilhan (2020) bahwa, sebagai ahli matematika, mempertanyakan prinsip filosofis dasar bidang matematika terus-menerus tidak seperti di banyak bidang lain seperti teknik atau ilmu komputer. Selanjutnya akan diuraikan salah satu perspektif konstruktivis radikal yang berlaku untuk matematika.

Penerapan konstruktivisme radikal untuk matematika dikenal sebagai konstruktivisme sosial, yang menyatakan bahwa perkembangan manusia terletak secara sosial dan pengetahuan dibangun melalui interaksi dengan orang lain. Mengikuti Ernest (1998) dalam artikel Ilhan (2020), dengan asumsi tambahan tentang keberadaan realitas sosial dan fisik, Ilhan (2020) memperluas prinsip-prinsip konstruktivisme radikal untuk menguraikan dasar epistemologis filsafat konstruktivis sosial matematika:

- i. Teori-teori pribadi yang dihasilkan dari pengorganisasian dunia pengalaman harus 'sesuai' dengan batasan-batasan yang dipaksakan oleh realitas fisik dan sosial;
- ii. Mereka mencapai ini dengan siklus teori-prediksi-tes-kegagalan-akomodasi-teori baru;
- iii. Hal ini memunculkan teori-teori yang disepakati secara sosial tentang dunia dan pola-pola sosial serta aturan-aturan penggunaan bahasa;

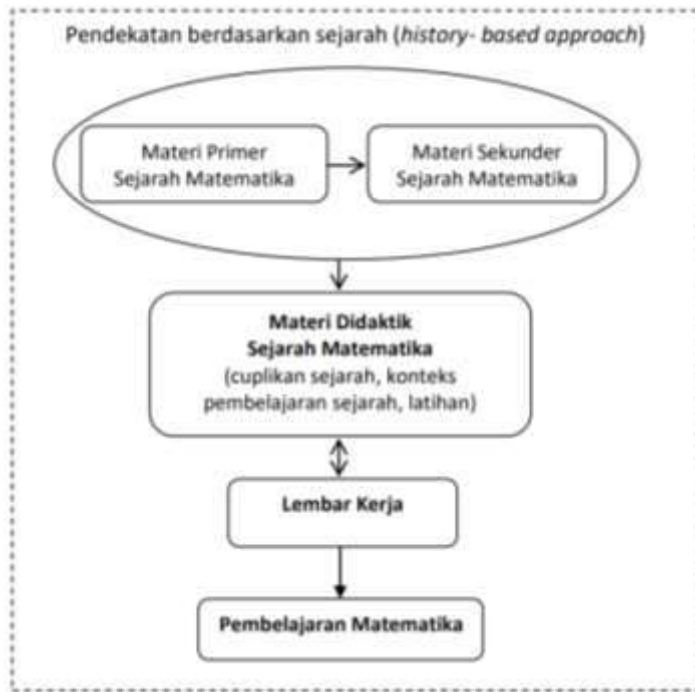
iv. Matematika adalah teori bentuk dan struktur yang muncul dalam bahasa.

Dengan demikian, menurut perspektif konstruktivis sosial, Ilhan (2020) menyatakan bahwa matematika adalah produk manusia yang berubah dan berkembang. Bahkan kriteria untuk ratifikasi pembuktian bervariasi dan berubah dari waktu ke waktu: pembuktian matematis mengikuti standar yang berbeda dalam periode sejarah yang berbeda (Ernest 1998). Untuk informasi lebih lanjut lihat juga Kilpatrick (1987).

DISKUSI

Dalam beberapa tahun terakhir, topik mengintegrasikan budaya dan sejarah ke dalam pelajaran matematika ketika proses belajar-mengajar telah sering dibahas dan didiskusikan di kalangan peneliti. Pada tahun 1995, Institut tentang Sejarah Matematika dan Penggunaannya dalam Pengajaran (IHMT) didirikan untuk mendukung pembelajaran matematika dengan memasukkan bagian sejarah dalam proses belajar mengajar dalam pelajaran matematika. Kemudian, pada tahun 1996, dalam ICME (*The meeting of the International Congress on Mathematics Education*) yaitu Pertemuan Kongres Internasional tentang Pendidikan Matematika ditekankan perlunya beberapa penelitian untuk memotivasi siswa dan menggunakan sejarah matematika dalam kegiatan pembelajaran. Di dalam artikel Ilhan (2020) juga telah dipaparkan arti penting penyajian topik-topik matematika dalam konteks budaya dan sejarah. Pernyataan ini didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Goktepe dan

Ozdemir (2013) yang mendukung adanya sejarah dalam pembelajaran matematika. Karena hal tersebut mampu meningkatkan minat belajar siswa. Marshall dan Rich (2000) menambahkan bahwasanya Sejarah memiliki peran penting dalam kelas matematika. Sejarah mendorong guru dan siswa untuk berpikir dan berbicara tentang matematika dengan cara yang bermakna; memperkaya kurikulum; demitologisasi matematika; dan mempromosikan komunikasi, koneksi, dan penilaian matematika. Penelitian dari Wahyu & Mahfudi (2016) juga mendukung adanya sejarah matematika menjadi alternatif strategi pembelajaran. Salah satu alur penerapan sejarah dalam pembelajaran matematika pada artikel Wahyu & Mahfudi bisa diamati pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penerapan Sejarah Matematika dalam Pembelajaran

Selain histori, didalam artikel Ilhan (2020) juga memaparkan peran penting budaya dalam pengajaran matematika. Menurut Tyler (1871), budaya merupakan sebuah keseluruhan kompleks yang mencakup pengetahuan, kepercayaan, seni, hukum, moral, adat, dan setiap kemampuan lain dan kebiasaan yang ada oleh manusia sebagai anggota masyarakat. Peran penting budaya didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Wulandari dan Puspawati (2016) yang menyatakan bahwasanya salah satu upaya untuk mencapai kompetensi yang diperlukan oleh siswa dalam pembelajaran matematika adalah

penerapan pembelajaran yang memanfaatkan budaya yang berkembang di sekitar lingkungan siswa. Dalam artikel yang dikaji membahas mengenai pengetahuan budaya lokal dan matematika, keterkaitan budaya dengan pembelajaran matematika kreatif, serta keefektifan pembelajaran matematika melalui konteks budaya. Berdasarkan berbagai penelitian yang diperoleh dari literatur, penulis Wulandari dan Puspadewi (2016) menyimpulkan bahwa untuk memperkaya konteks matematika, siswa harus diberdayakan melalui pengintegrasian konten matematika dan budaya yang sesuai dengan pengalaman hidup siswa sehingga dapat mengarah pada keberhasilan belajar matematika. Sardiyo & Pannen (2005) menambahkan bahwa Belajar melalui budaya bagi peserta didik yaitu memberikan kesempatan dengan menunjukkan pencapaian pemahaman atau makna yang diciptakannya dalam suatu mata pelajaran melalui ragam perwujudan budaya. Belajar melalui budaya merupakan salah satu bentuk *multiple representation of learning assessment* atau bentuk penilaian pemahaman dalam beragam bentuk. Dengan menganalisis produk budaya yang diwujudkan peserta didik, pendidik mampu menilai sejauh mana produk budaya yang diwujudkan peserta didik, pendidik dapat menilai sejauhmana peserta didik memperoleh pemahaman dalam sebuah topik pelajaran matematika. Belajar melalui budaya memungkinkan peserta didik untuk memperhatikan kedalaman pemikirannya, penjiwaannya terhadap konsep atau prinsip yang dipelajari. Selain itu, Schultes & Shannon (1997) menyimpulkan bahwa banyak siswa sudah memperoleh penghargaan lebih besar untuk matematika sesudah mempelajari subjek materi

matematika dari perspektif budaya. Budaya sudah memberikan sumbangsih untuk siswa agar merasa lebih nyaman dan percaya diri mengenai pembahasan konsep-konsep matematika.

Dari beberapa artikel hasil penelitian yang sudah disampaikan oleh para peneliti sebelumnya terkait dukungan adanya konteks budaya dan sejarah dalam pengajaran matematika, penulis sangat mendukung hasil penelitian Ilhan (2020) yang sangat memberikan perhatian penting atas peran konteks budaya dan sejarah dalam pengajaran matematika. Serta dengan tegas memberikan penolakan kepada para pendukung argumentasi durasi dan substansi yang menjadikan salah satu penyebab bahwa matematika menjadi ilmu statis yang tak lebih dari sekedar perhitungan angka-angka dan rumus rumus yang sudah terkotak-kotak. Adanya dukungan terhadap konteks budaya dan sejarah akan mampu memberikan nuansa berbeda ke arah positif serta mampu meningkatkan ilmu matematika sehingga dipandang sebagai ilmu dinamis yang sangat menarik, unik, dan berkharismatik untuk dipelajari.

KESIMPULAN

Menurut Ilhan (2020), pilihan untuk menyajikan konsep-konsep matematika di dalam atau tanpa konteks sejarah dan budaya sebenarnya adalah argumen filosofis yang halus mengenai struktur dan konstitusi matematika. Ilhan (2020) memberikan seruan untuk bersaing dengan kesulitan ini menggunakan pendekatan konstruktivis sosial. Konstruktivis sosial menganjurkan bahwa penggabungan konstituen sejarah dan budaya sangat penting untuk pengajaran matematika, dan bahwa tanpa memasukkan aspek-aspek ini, siswa dapat memperoleh, paling-paling, kesadaran pemula dari mana teori berasal, atau bagaimana teori itu maju, atau mengapa teori itu dikembangkan. Tidak akan ada apresiasi atau bahkan tidak ada kesadaran matematika yang didorong oleh kebutuhan dan kendala konkret dan abstrak. Ilhan (2020) mengajak untuk mencoba membenarkan pernyataan ini. Pertama-tama, metodologi pedagogis yang didasarkan pada penyajian konsep matematika dalam lingkungan budaya dan sejarah sangat cocok untuk pendekatan pemecahan masalah matematika yang banyak digembar-gemborkan sebagai lawan dari pendekatan yang didasarkan pada penyempurnaan dan penyempurnaan fasilitas mekanis dan komputasi. Menggunakan pendekatan historis untuk topik matematika, masalah terbuka dapat disajikan kepada siswa dengan sedikit lebih dari gambaran yang belum sempurna. Peran guru akan menjadi salah satu fasilitator yang ditugaskan dengan eksposisi masalah yang tegas, mahir, dan berpengetahuan. Siswa termotivasi untuk mempertanyakan, menantang, dan menganalisis informasi secara kritis

daripada menerima secara mentah-mentah apa yang diajarkan, dan diharapkan untuk membangun pengetahuan siswa sendiri melalui penyelidikan yang giat dan aktif, bisa melalui kolaborasi kelompok, dan belajar matematika melalui pemecahan masalah, kebenaran yang sebenarnya dari kemahiran dalam matematika.

Kedua, dengan mengambil pendekatan historis pada subjek, siswa dapat menghargai bahwa ide matematika tertentu memang diperlukan pada titik waktu tertentu untuk menjelaskan fenomena tertentu. Siswa juga dapat mengalami siklus "teori-prediksi-tes-kegagalan-akomodasi-teori baru", melalui proyek-proyek yang ditugaskan dengan hati-hati.

Ilhan (2020) mencoba mengilustrasikan poin-poin ini melalui contoh yang sangat sederhana. Misalkan topik yang dibicarakan tentang jumlah sudut dalam sebuah segitiga. Dapat diklaim dengan mudah bahwa hasilnya sama dengan 180° dan untuk membuktikan klaim ini bisa dilakukan dengan beberapa manipulasi geometris dan aljabar sederhana. Sekarang, bagaimana klaim tersebut bisa dibuktikan dengan menggunakan perspektif sejarah dan budaya?

Untuk membuktikannya, Ilhan (2020) memulai dengan pertanyaan mengapa ide segitiga harus dirancang? Ini tentu saja akan membawa pikiran manusia ke Mesir kuno di mana beberapa kebutuhan nyata paling awal yang diketahui terbentuk untuk geometri, untuk membangun piramida dan mengukur area bidang tanah untuk tujuan perpajakan.



Gambar 2. Piramida Mesir Kuno

(Sumber : All Gizah Pyramids.jpg)

Dengan demikian Ilhan (2020) berpendapat bahwa sangat penting untuk menemukan dan mengubah konsep-konsep seperti rasio, segitiga yang sama, dan area segi empat dengan menyebutkan di sepanjang jalan, bahwa pada saat yang bersamaan, peradaban lain, yaitu, Babilonia, Hindu dan Cina, semua berkontribusi pada pengembangan geometri seperti yang diperlukan oleh kebutuhan. Pengembangan konsep-konsep ini sepenuhnya empiris dan semata-mata berkaitan dengan contoh tertentu yang akan datang.

Selanjutnya, setelah ditetapkan *raison d'être* oleh Ilhan (2020) dari apa yang ingin diajarkan dan realisasi konkretnya, akan dicoba disajikan dalam bentuk yang lebih abstrak. Dimulai dengan penalaran deduktif dan karenanya ke Yunani kuno, karena, penalaran deduktif, yaitu, dimulai dengan beberapa fakta yang diketahui (atau diasumsikan), dan menggunakan hukum logika untuk sampai pada beberapa kesimpulan, dimulai dan kemudian mendominasi semua aspek pemikiran di Yunani. Ilhan (2020) akan berhipotesis bahwa alasan berlakunya siasat ini mungkin karena fakta bahwa dalam sistem negara kota semi-demokratis, orator harus meyakinkan pendengar tentang

validitas klaim yang menggunakan argumen logis. Atau dapat diandaikan bahwa orang Yunani memandang alam semesta sebagai entitas yang sempurna dan percaya bahwa di alam yang tidak cacat seperti itu, seseorang harus dapat memperoleh hasil tanpa ketidakmurnian dan ketidakakuratan teknik empiris. Bagaimanapun, pada tahap ini, sama sekali tidak mengherankan bagi para pelajar bahwa matematikawan Yunani, yang tentunya meminjam ide-ide geometris dari peradaban yang disebutkan di atas, memindahkan mereka, secara efektif, ke dalam domain teori yang gemilang, yang berpuncak, sekitar 300 SM, dalam *The Elements of Euclid of Alexandria*, di mana ia melakukan aksiomatisasi geometri menggunakan lima postulat:

- i. Diberikan dua titik, ada garis lurus yang menghubungkan mereka.
- ii. Segmen garis lurus dapat diperpanjang tanpa batas.
- iii. Sebuah lingkaran dapat dibangun ketika sebuah titik untuk pusatnya dan jarak untuk jari-jarinya diberikan.
- iv. Semua sudut siku-siku adalah sama.
- v. Jika sebuah garis lurus yang jatuh pada dua garis lurus membuat sudut-sudut dalam pada sisi yang sama kurang dari dua sudut siku-siku, kedua garis lurus tersebut, jika dibuat tanpa batas, akan bertemu pada sisi yang sudutnya lebih kecil dari dua sudut siku-siku .

Maka, akan digambarkan konsep geometris abstrak yang disebut segitiga dan membuktikan teorema mengenai jumlah sudut-sudut dalamnya.

Setelah tercapai status abstrak, abstraksi dan generalisasi lebih lanjut dapat diperkenalkan. Apakah teorema yang dibuktikan mutlak benar dalam semua

kemungkinan pengaturan? Mungkinkah ada geometri lain di mana jumlah sudut segitiga sebenarnya berbeda dari 180° ?

Kemudian akan disebutkan bahwa matematikawan telah lama memperhatikan bahwa postulat kelima jelas lebih rumit daripada empat lainnya, dan, selama bertahun-tahun, matematikawan mencoba menurunkannya dari empat yang pertama, tetapi tidak berhasil. Ini akan membawa ke pertengahan abad kesembilan belas, dan ke matematikawan seperti Carl Friedrich Gauss (1777-1855), Nikolai Lobachevsky (1792-1856), János Bolyai (1802-1860), Bernhard Riemann (1826-1866) dan Felix Klein (1849-1925), untuk menyebutkan beberapa saja, yang mulai mengeksplorasi geometri alternatif di mana postulat kelima ini tidak benar, dengan kata lain, yang mencoba merancang geometri kelengkungan konstan berdasarkan empat postulat Euclid pertama, tetapi menggunakan versi alternatif dari postulat paralel.

Geometri Euclidean (juga disebut geometri parabola) mengasumsikan bahwa pada suatu garis dan titik yang tidak terletak pada garis, terdapat garis unik yang melalui titik tertentu yang sejajar dengan garis yang diberikan. Namun, orang dapat membayangkan geometri di mana ada beberapa garis yang melalui titik tertentu yang sejajar dengan garis yang diberikan. Jenis geometri ini disebut geometri hiperbolik (atau geometri Lobachevsky-Bolyai-Gauss), deskripsi matematis dari ruang kelengkungan negatif. Dalam pengaturan ini jumlah sudut interior segitiga kurang dari 180° . Sebaliknya, geometri bisa ada di mana tidak mungkin untuk menggambar garis melalui titik tertentu

yang sejajar dengan garis yang diberikan; jenis geometri ini disebut geometri elips (atau geometri Riemannian), deskripsi matematis dari ruang kelengkungan positif. Dalam geometri ini jumlah sudut dalam segitiga lebih besar dari 180° .

Karena hanya ada tiga pilihan (diberikan garis dan titik tertentu tidak pada garis, dapat ada beberapa garis paralel melalui titik tertentu, satu garis paralel melalui titik tertentu, atau tidak ada garis paralel melalui titik tertentu), ada hanya tiga tipe dasar geometri yang mungkin. Memang, pada tahun 1868, matematikawan Italia Eugenio Beltrami (1835-1900) membuktikan bahwa geometri non-Euclidean secara logis konsisten seperti geometri Euclidean.

Sekarang dari teori kita bisa kembali ke aplikasi. Apakah ruang melengkung hanyalah konstruksi abstrak? Paten, tetap demikian sampai Albert Einstein (1879-1955) mengembangkan teori relativitas umumnya pada tahun 1915, dan mengemukakan bahwa gravitasi adalah hasil dari kelengkungan ruang dan waktu. Meskipun perbedaan antara perkiraan relativistik dan yang klasik cukup tidak signifikan untuk sebagian besar kejadian yang dapat diamati, model relativistik, secara mengesankan, menyumbang beberapa inkonsistensi yang tidak dapat dijelaskan oleh model klasik, misalnya, penyimpangan kecil di orbit Merkurius; dan dengan demikian memungkinkan gagasan ruang lengkung, atau geometri non-Euclidean, untuk menemukan keterikatan yang sangat konkret.

Di sini harus ditekankan bahwa siklus konkrit-abstrak-konkret ini terus berlanjut tanpa batas: pendekatan relativistik terhadap kosmologi akan membutuhkan

konstruksi abstrak baru yang pada gilirannya akan menemukan aplikasi baru, dan seterusnya.

Tentu saja, setiap langkah ini dapat ditetapkan sebagai proyek kelompok, misalnya:

Grup 1: Geometri Mesir dan kontemporer

Grup 2: Geometri di Yunani, penalaran deduktif

Grup 3: Aksioma Euclidean

Grup 4: Geometri dengan jumlah sudut dalam segitiga adalah 180°

Grup 5: Beltrami dan Kesetaraan geometri

Grup 6: Ruang melengkung dan relativitas umum

Seperti yang dapat dilihat dari contoh sebelumnya, pendekatan sejarah tidak hanya memberi kesempatan kepada pendidik untuk menguraikan siklus konkret-abstrak-konkret, tetapi juga memungkinkan mereka untuk menyediakan sumber-sumber inspirasi, wawasan, dan motivasi yang penting bagi para pembelajar.

Ketiga, sekali lagi seperti yang dapat dilihat dari contoh sebelumnya, menyajikan matematika dalam konteks sejarah dan budaya menguatkan gagasan disiplin ini sebagai bidang studi yang dinamis dan terus berubah yang terbuka untuk sanggahan dan revisi.

Keempat, pendekatan historis juga menunjukkan karakter matematika yang internasionalis. Sebagai guru, jika kita, sebagaimana seharusnya, prihatin tentang chauvinisme budaya dan nasionalisme parokial, dan mencoba untuk menanamkan perspektif matematika yang tidak bias, pendekatan historis adalah obat mujarab yang diperlukan untuk meyakinkan peserta didik bahwa kolaborasi

transnasional, solidaritas universal, dan persekutuan sarjana selalu menjadi lambang perkembangan matematika.

Ilhan (2020) mengajak untuk membenarkan pernyataan ini dengan sebuah contoh; misalnya, mengambil materi probabilitas. Buku cendekiawan Italia Gerolamo Cardano (1501-1576) 1525 *Liber de ludo aleae* (Buku tentang Permainan Peluang), yang diterbitkan secara anumerta pada tahun 1663, dapat dianggap sebagai pertanda teori matematika probabilitas. Namun, tanggal yang diterima sejarawan sebagai awal dari teori probabilitas modern adalah 1654, ketika dua matematikawan paling produktif dan banyak akal saat itu, dua orang Prancis, Blaise Pascal (1623-1662) dan Pierre de Fermat (1601-1665), memulai korespondensi yang membahas masalah poin: anggaphlah permainan peluang dimainkan beberapa kali oleh dua pemain yang masing-masing memiliki peluang menang yang sama dan masing-masing berkontribusi sama ke pot. Setiap kali seorang pemain memenangkan permainan, dia mendapat satu poin. Pemain pertama yang memenangkan sejumlah poin mengumpulkan seluruh hadiah. Sekarang anggaphlah permainan terganggu oleh keadaan eksternal sebelum salah satu pemain mencapai jumlah poin yang diperlukan. Bagaimana cara membagi pot dengan adil?

Segera setelah itu, pada campuran kebangsaan ini Ilhan (2020) menambahkan satu lagi: matematikawan Belanda Christiaan Huygens (1629-1695) dengan bukunya tahun 1657 berjudul *De ratiociniis in aleae ludo* (Perhitungan dalam Permainan Peluang) memajukan topik ini menjadi lebih jauh. Sekarang daftarnya berlanjut dengan Jacob Bernoulli (1654-1705), seorang anggota terkenal dari keluarga Swiss

terkenal di Basel yang mendominasi matematika selama hampir dua abad, dan karyanya yang terkenal *Ars Conjectandi* (The Art of Conjecturing), sebuah karya utama pada probabilitas, ditulis antara 1684 dan 1689, dan diterbitkan pada 1713, delapan tahun setelah kematiannya, oleh keponakannya Nikolaus Bernoulli (1687-1759). Dari sini dapat dilihat banyak hasil modern pada permutasi, kombinasi, nilai yang diharapkan, dan bukti kasus khusus dari hukum bilangan besar.

Ilhan (2020) melanjutkan bahwa kemudian datang ke panggung matematikawan Inggris kelahiran Prancis Abraham de Moivre (1667-1754) dan bukunya yang terkenal *The Doctrine of Chances* of 1718, di mana disaksikan bukti pertama dari kasus khusus Teorema Batas Pusat yang terkenal dimana teori tersebut mampu untuk mendekati distribusi binomial dengan distribusi normal. Sejak saat itu, matematikawan Prancis Pierre-Simon Laplace (1749-1827) mengambil obor dan menerbitkannya *Théorie analytique des probabilités* pada tahun 1812. Tentu saja, litani kontributor berlanjut: matematikawan Prancis Siméon Denis Poisson (1781-1840) dan mile Borel (1871-1956), matematikawan Rusia Pafnuty Chebyshev (1821-1894), Andrey Markov (1856-1922), Aleksandr Khinchin (1894-1959), dan Andrey Kolmogorov (1903-1987), matematikawan Italia Francesco Paolo Cantelli (1875-1966), dan banyak lainnya dari berbagai negara dan budaya. Jadi, bahkan dengan satu contoh sederhana ini, siswa matematika yang “terdidik secara historis” mungkin sampai pada kesadaran akan keragaman budaya dan nasional yang besar yang telah berkontribusi pada pengembangan mata pelajaran tersebut.

Jika para pendidik tidak mampu untuk mencurahkan beberapa waktu untuk dimensi sejarah dan budaya dalam pengajaran matematika, maka para pendidik tanpa malu-malu meninggalkan beberapa sumber yang sangat vital yang mendorong kreativitas, daya cipta, intuisi, dan visi. Jika matematika disajikan terlepas dari latar belakang sejarah dan budayanya, maka matematika adalah entitas yang terputus dari aktivitas manusia; itu adalah konstruksi tidak wajar yang lahir dalam kesempurnaan dan terikat untuk tetap berada dalam domain intelektual beberapa jenius.

Lebih buruk lagi, menurut Schoenfeld (1985) menyatakan bahwa tanpa konteks apa pun, matematika menjadi tidak lebih dari serangkaian perhitungan. Namun, kemampuan komputasi tidak selalu merupakan ukuran pemahaman matematika. Diketahui bahwa siswa yang menunjukkan penguasaan tugas rutin yang memadai mungkin sebenarnya menunjukkan persepsi yang cukup biasa-biasa saja tentang apa sebenarnya matematika itu.

Dari hasil menelaah artikel Ilhan (2020), harapan penulis adalah para pendidik mampu memberikan nuansa baru pada pengajaran .pendidikan matematika untuk menimalisir anggapan negatif pada ilmu matematika yang bersifat abstrak. Salah satunya dengan memberikan konteks budaya/tradisi dan atau sejarah/histori dalam pengajaran matematika bisa dimulai dari tingkat SD sampai pada perguruan tinggi. Sehingga pembelajaran matematika akan menjadi lebih bermakna dan mengarah ke arah yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Izmirli, I. M. (2020). Some Reflections on the philosophy of Mathematics Education: A Denunciation of the Time and Content Arguments. *Pedagogical Research*, 5(2), em0056.
- Ernest, P. (1998). *Social Constructivism as a Philosophy of Mathematics*. Albany, New York: State University of New York Press.
- Goktepe, S. & Ozdemir, A.S. (2013). An example of using history of mathematics in classes. *European Journal of Science and Mathematics Education Vol. 1, No. 3, 2013*
- Marshall, G. L., & Rich, B. S. (2000). The Role of History in a Mathematics Class. *Mathematics Teacher*, 93(8), 704-706
- Sardjiyo & Pannen. (2005). Pembelajaran berbasis budaya: model inovasi pembelajaran dan implementasi KBK. *Jurnal Pendidikan Vol. 6, No. 2, September*
- Schultes & Shannon. (1997). Mathematics and culture: a unique liberal arts experience. *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*. 7(3), pp. 222- 23
- Schoenfeld, A. H. (1985). Reflections on Problem Solving Theory and Practice. *The Mathematical Enthusiast*, 10(1-2), 9-34.
- Tyler, E. B. (1871). *Primitive culture*. London: Murray.
- Von Glasersfeld, E. (1989). Cognition, construction of knowledge, and teaching. *Synthese*, 80(1), 121-140. <https://doi.org/10.1007/BF00869951>
- Wahyu, K. & Mahfudy, S. (2016). Sejarah Matematika: Alternatif Strategi Pembelajaran Matematika. *Beta Jurnal Tadris Matematika Vol. 9 No. 1 (Mei) 2016, Hal. 89-110*
- Wulandari, A. & Puspawati, K. R. (2016). Budaya dan Implikasinya Terhadap Pembelajaran Matematika yang Kreatif. *Jurnal Santiaji Pendidikan, Volume 6, Nomor 1, Januari*

Biodata Penulis

Iesyah Rodliyah lahir di Gresik pada tanggal 03 Juli 1990, menyelesaikan studi Matematika Murni selama 7 semester dengan beasiswa berprestasi setiap tahunnya di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada tahun 2012 dan Magister Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2014. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Mulai mengembangkan profesinya sebagai Dosen tetap pada Program Studi S1 Pendidikan Matematika di Universitas Hasyim Asy'ari sejak tahun 2014 sampai sekarang.

FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA: JAWABAN DARI SEMUA TANTANGAN PENDDIDIKAN

Dewi Sukriyah

dewi.22008@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Artikel yang terdiri dari empat artikel yang membahas tentang gambaran umum dari filsafat pendidikan matematika, krisis dalam pendidikan matematika, praktek filosofi matematika, filosofi pendidikan matematika di Brasil. Filosofi di yakini dapat membuka pemikiran manusia dan memberi wawasan baru dalam memahami pendidikan matematika serta menyelesaikan permasalahan pendidikan yang terjadi. Pemahaman dalam ranah praktek pembelajaran di kelas, kaitan matematika dan teknologi, dan bagaimana hubungan pendidikan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, posisi matematika sebagai ilmu pengetahuan juga akan di deskripsikan dalam tulisan ini.

Kata kunci: Filosofi pendidikan, pendidikan matematika, filosofi matematika, filasafat pendidikan matematika.

PENDAHULUAN

Gambaran utama tentang penelitian kontemporer dalam Filsafat pendidikan Matematika menjadi topik utama pada ICME-13. Filsafat pendidikan matematika akan dijelaskan secara rinci mengenai definisi, manfaat, dan alasan pentingnya filsafat dalam pembelajaran serta perkembangan filsafat di masa depan. Selain itu, artikel ini memaparkan tradisi konseptual dan 'problematik' filsafat pendidikan matematika, survei topikal ini disajikan melalui studi kasus penelitian dalam topik yang dilakukan di satu Negara yakni Brasil. Filsafat memberikan wawasan baru untuk dapat melihat dunia, ini berarti melalui filsafat manusia diharapkan bisa berpikir lebih terbuka dan menganalisis lebih jauh mengenai budaya dan tradisi yang kemudian di hubungkan dengan filsafat terutama filsafat pendidikan matematika.

1. Sebuah Telaah Filsafat Pendidikan Matematika (Paul Ernest)

Didalam artikel Ernest (2016) menyatakan bahwa dalam arti sederhana dari filsafat pendidikan matematika menyangkut tujuan atau dasar pemikiran di balik praktek pengajaran matematika. Jadi filsafat pendidikan matematika lebih mengarah kepada proses pembelajaran di kelas yang seharusnya di kaitkan dengan kehidupan sosial baik secara individu maupun kelompok sosial. Oleh karenanya terdapat interpretasi lebih luas mengenai pembelajaran matematika yang meliputi:

- a) Filsafat yang diterapkan dari atau untuk pendidikan matematika
- b) Filsafat matematika di aplikasikan pada pendidikan matematika atau pendidikan lainnya
- c) Filsafat pendidikan yang diterapkan dalam pendidikan matematika seperti yang di nyatakan oleh Brown (1995) bahwa filsafat pendidikan matematika yang di perluas lebih lanjut mencakup aplikasi proses filosofis, metode dan cara berpikir kritis.
- d) Penerapan konsep atau metode filosofis, seperti sikap terhadap klaim serta analisis konseptual rinci dari konsep, teori, metodologi atau hasil penelitian pendidikan matematika, dan matematika itu sendiri (Ernest 1998, Skovsmose 1994).

Analisis menunjukkan bahwa filsafat pendidikan matematika tidak hanya memperhatikan maksud dan tujuan belajar matematika dalam arti sederhana, akan tetapi juga harus memahami alat filosofis dan teoritis semua aspek pengajaran dan pembelajaran matematika dengan lingkungannya. Seperti filosofi pengajaran oleh Schwab (1961) yang meliputi materi pembelajaran, peserta didik, guru, lingkungan atau masyarakat. Sehingga sebagai seorang yang terjun di dunia pendidikan terutama pendidikan matematika, harus memahami lima pertanyaan dasar yang meliputi:

- Apa itu matematika?
- Bagaimana hubungan antara matematika dan masyarakat?
- Apa itu pembelajaran (matematika)?
- Apa itu pengajaran (matematika)?

- Apa status pendidikan matematika sebagai pengetahuan?

Pertanyaan tersebut dan beberapa pertanyaan yang dapat dikembangkan merupakan pengenalan "*bottom up*" terhadap filosofi dalam pendidikan matematika, karena diawali dengan menginterogasi dan mempermasalahkan praktek pengajaran dan pembelajaran matematika dan isu-isu terkait.

Ernest (2016) yang berfokus pada analisis "*top down*" yang menggunakan cabang abstrak filsafat untuk menyediakan kerangka kerja konseptual untuk menganalisis. Yang dimaksud sebagai analisis "*top down*" dalam filsafat pendidikan matematika adalah dapat mempertimbangkan penelitian dan teori yang mengacu pada ontologi dan metafisika; epistemologi dan teori pembelajaran; filsafat sosial dan politik; estetika, etika dan aksiologi secara lebih umum; metodologi pendidikan matematika atau cabang filsafat lainnya. Hal ini sejalan dengan tulisan Ernest (2015) tentang analisis "*top down*" yang ditekankan merujuk pada kontribusi Steve pada epistemologi, filsafat sosial, etika, dan metodologi pendidikan matematika, pada landasan teoritis bidang studi dan filosofi pendidikan matematika. Hal ini tentunya sangat relevan dengan kondisi sekarang, masih kurang penelitian yang mengkaji tentang filosofi pendidikan matematika, dengan kata lain menurunnya jumlah kajian yang dilakukan terutama oleh peneliti pemula. Sehingga dapat memberikan dampak kurang baik dalam jangka panjang. Guru dan siswa, bahkan

peneliti dapat “kehilangan arah” dalam konteks filosofi pendidikan matematika.

2. Krisis Pendidikan Matematika (Ole Skovsmose)

Dalam artikel dituliskan “*Critical mathematics education works for social justice in whatever form possible, and it addresses mathematics critically in all its appearances and applications*”. Keadilan sosial yang dimaksudkan adalah hak yang diperoleh setiap siswa harus adil dan sama tanpa memandang status sosial dan ekonomi. Setiap siswa berhak dipahami minat, harapan dan pendapat, supaya pembelajaran bisa berjalan dengan baik.

Dalam menghadapi krisis pendidikan matematika Skovsmose (Ernest, 2016) menuliskan bahwa terdapat berbagai bentuk kekhawatiran yang terkait dengan materi matematika, siswa, guru, dan masyarakat (lingkungan) sebagai elemen utama dalam proses pembelajaran dan pengajaran. Materi matematika yang disampaikan harus mampu menyesuaikan dengan tujuan dari pembelajaran dan perkembangan jaman sebab perannya dalam semua bidang kehidupan, yakni sebagai sentral dari semua pengetahuan sejalan dengan Skovsmose (2012) yang menyatakan bahwa proses pembelajaran matematika juga harus memperhatikan siswa secara adil dari segi minat, keinginan, harapan, dan pendapat tanpa memandang status sosial dan ekonomi. Selain siswa, guru juga memegang peranan penting dalam proses pembelajaran, untuk itu penting memperhatikan kondisi guru secara menyeluruh baik

dari segi ekonomi, kesehatan, dan kondisi kerja yang nyaman. Masyarakat sebagai pemerhati dan pemakai proses pembelajaran harus mampu mengikuti perubahan dan perkembangan dunia pendidikan dengan begitu prosesnya akan berjalan dengan baik, hal ini sejalan dengan pendapat Gutsein (2006) yang menyatakan bahwa seseorang dapat mengubah dan mengembangkan pendidikan matematika dengan mengetahui kondisi sosial masyarakat untuk membuat perubahan.

Fokus krisis pendidikan matematika di rumuskan melalui beberapa gagasan seperti keadilan sosial, matematika itu sendiri, dialog, imajinasi pedagogis, dan ketidakpastian karena beberapa alasan. Keadilan sosial yang dimaksudkan adalah krisis pendidikan matematika yang mencakup perhatian untuk mengatasi segala bentuk eksploitasi dan penindasan sehingga proses eksklusi dan inklusi dapat teratasi. Eklusi sosial dapat mengambil bentuk rasisme, seksisme untuk mengatasi segala bentuk pengucilan sosial. Krisis pendidikan matematika perlu menyikapi inklusi-eksklusi sebagai proses yang diperebutkan. Namun, banyak bentuk inklusi-eksklusi yang sampai saat ini belum dibahas secara mendalam dalam pendidikan matematika: kondisi siswa tunanetra, siswa tunarungu, yang seharusnya menjadi perhatian kita sebagai seorang pendidik.

Fokus yang kedua mengarah pada bentuk literasi yang berkaitan erat dengan matematika, sebab melalui literasi (membaca dan menulis) manusia dapat menyelesaikan permasalahan yang di hadapi khususnya masalah matematika. Gagasan ini membantu untuk

menekankan pentingnya mengembangkan kapasitas tidak hanya sehubungan dengan pemahaman dan refleksi tetapi juga sehubungan dengan tindakan.

Fokus yang ketiga mengarah pada dialog. Gagasan dialog memiliki peran penting dalam perumusan krisis pendidikan matematika, sebab pengajaran dan pembelajaran dialogis telah disajikan sebagai salah satu cara untuk mengembangkan kompetensi krisis yang lebih luas terkait dengan matematika. Pembelajaran dialogis menyangkut bentuk-bentuk interaksi di dalam kelas sebagai upaya untuk memecahkan masalah. Pembelajaran berbasis masalah dan pekerjaan proyek juga dapat dilihat sebagai cara membingkai pengajaran dan pembelajaran yang dialogis.

Fokus krisis pendidikan matematika selanjutnya adalah imajinasi pedagogis. Melalui imajinasi pedagogis, seorang guru dapat mengeksplorasi segala kemungkinan yang bisa diperoleh untuk perkembangan dan pembaruan proses pembelajaran.

Ada beberapa tokoh yang menyoroti masalah krisis pendidikan matematika, seperti yang tertulis dalam Ernest (2016). Namun krisis pendidikan matematika masih tetap menjadi suatu hal yang harus mendapat perhatian lebih dari kita sebagai seorang pendidik/guru sebab pada prakteknya masih banyak di tentang.

3. Praktek Filsafat Matematika (Jean Paul Van Bendegem)

Dalam praktek filsafat pendidikan matematika yang diawali oleh Lakatos (1976) sebagai titik awal dalam karya seminal *Proofs and Refutations*, sebuah karya yang

sebagian terinspirasi oleh Pólya dalam *How to Solve It* yang membahas heuristik dan teknik pemecahan masalah dalam lingkungan pendidikan. Fokus Lakatos membahas sejarah pernyataan matematika dan bukti-buktinya. Namun sayangnya tidak ada satupun ilmuwan yang melanjutkan gagasan Lakatos.

Pada tahun 1983, Kitcher memunculkan gagasan baru melalui bukunya yang berjudul *The Nature of Mathematical Knowledge*, sebuah model yang mendeskripsikan tentang bagaimana matematika sebagai suatu kegiatan dapat dijelaskan, jelas diilhami oleh perkembangan filsafat ilmu pengetahuan. Pendapat yang di sampaikan Kitcher terlihat mendapat inspirasi ide dari pendapat Lakatosian, akan tetapi lebih memperlihatkan hasil yang lebih baik.

Berdasarkan semua pendapat tersebut, baik Lakatos ataupun Kitcher memberikan pandangan bahwa ketika dihadapkan pada suatu permasalahan dilapangan, maka harus lebih terbuka dan memandang dari segala segi serta mengurangi sifat subjektifitas untuk dapat menyelesaikannya.

4. Filsafat Pendidikan Matematika di Brazil (Maria Aparecida Viggiani Bicudo dan Roger Miarka)

Artikel ini mengungkap perkembangan filsafat pendidikan matematika di Brasil. Negara ini dipilih sebab Brasil merupakan Negara yang aktif dalam bidang penelitian terutama dalam bidang filsafat pendidikan matematika. Brasil merupakan Negara yang banyak menyumbangkan kontribusi dalam bentuk hermeneutika teks yang di analisis praktek pedagogis sehingga menghasilkan esai yang mengungkapkan ide-ide filosofis, sehingga untuk melakukan pendidikan matematika di masa depan serta analisis pengembangan kebijakan publik di bidang pendidikan. Analisis karya yang dihasilkan dan diterbitkan di Brasil dalam untaian filsafat pendidikan matematika ini mengungkapkan bahwa gerakan konstruksi wacana teks adalah melalui pertanyaan yang diajukan kepada diri sendiri.

SIMPULAN

Publikasi ini memberikan gambaran singkat dan selektif tentang filsafat pendidikan matematika. Gambaran mencakup interpretasi tentang apa yang membentuk filosofi pendidikan matematika, kepentingan dan kegunaannya secara keseluruhan. Selain itu juga di deskripsikan mengenai otoritatif krisis pendidikan matematika penelitian di bidang filsafat pendidikan matematika. Filsafat matematika selalu menjadi pusat perhatian dalam penelitian filsafat pendidikan matematika, dan praktik pendidikan/pengajaran matematika. Rumah penelitian filsafat dan etnomatematika adalah Brasil, dan survei ini juga

memberikan gambaran tentang untaian penelitian lain yang berbeda dalam filsafat pendidikan matematika yang muncul di sana. Untuk Brasil memiliki komunitas penelitian yang sangat aktif dalam filsafat pendidikan matematika merujuk pada tradisi Hermeneutik. Keragaman dan kekuatan kontribusi filsafat di lapangan, luasnya masalah yang ditangani dan berbagai metodologi dan metode penelitian yang digunakannya, maka pertumbuhan dan perkembangan filsafat terjamin. Tetapi seperti yang diilustrasikan oleh gambaran singkat ini, filsafat pendidikan matematika memberikan kontribusi yang jauh lebih besar untuk penelitian dalam pendidikan matematika tidak hanya seperti yang di deskripsikan di dalam artikel ini. Penelitian lebih lanjut mengenai filsafat pendidikan matematika dan terapannya masih menjadi peluang besar untuk di teliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ernest, Paul et. Al. (2016). *ICME-13 Topical Surveys: The Philosophy of Mathematics Education*. Hamburg: Springer Open. <http://www.springer.com/series/14352>. DOI: 10.1007/978-3-319-40569-8
- Brown, S. I. (1995). *Philosophy of Mathematics Education: POM(E), PO(ME) OR POE(M)?*. Philosophy of mathematics education newsletter, No.8 (May,1995):16-18. <http://socialsciences.exeter.ac.uk/education/research/centres/stem/publications/pmej/>
- Ernest, P. (1998). *Social constructivism as a philosophy of mathematics*. Albany, New York: State University of New York Press.

- Ernest, P. (2015). *The Philosophy of Mathematics Education and Stephen Lerman's Contribution*. www.researchgate.net
DOI: 10.1007/978-981-287-179-4-14.
- Gutstein, E. (2006). *Reading and Writing The World With Mathematics: Toward a Pedagogy For Social Justice*. New York: Routledge
- Lakatos, I. (1976). *Proofs and refutations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Skovsmose, O. (2012). *Mathematics as discourse*. *Bolema (Boletim em Educação Matemática - Mathematics Education Bulletin)*, 26(43), 1–18.

Biodata Penulis

Dewi Sukriyah anak pertama dari 4 bersaudara yang lahir di Sidoarjo pada 22 April 1988, menyelesaikan pendidikan dasar di SMP YPM 1 Taman pada tahun 2003, kemudian melanjutkan di SMA WH 2 Taman lulus pada tahun 2006. Pada tahun 2010 berhasil mendapat gelar S1 Matematika dari UNESA, kemudian 2014 berhasil mendapatkan gelar S2 pendidikan matematika dari universitas yang sama. Saat ini penulis sedang Studi lanjut S3 pendidikan Matematika Unesa. Mulai mengembangkan profesinya sebagai Dosen tetap pada Program Studi S1 Pendidikan Matematika di STKIP PGRI Sidoarjo sejak awal 2015 sampai sekarang.

REKOMENDASI IMAJINASI DALAM FILOSOFI MATEMATIKA PADA PENDIDIKAN MATEMATIKA

Alfa Charisma Sarjono Pello

alfa.22006@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Pada makalah ini, penulis akan mengkaji ide dari Artikel “Imajinasi dalam filosofi matematika dan implikasinya terhadap pendidikan matematika” yang ditulis oleh Yenealem Ayalew Degu & Dire Dawa. Berawal dari perbincangan siswa kelas 12 tentang tujuan mempelajari matematika. Sehingga untuk membuat siswa memahami tujuan maka pembelajaran yang ditampilkan haruslah bermakna atau mengena pada kehidupan sehari-hari siswa. Kebermaknaan tersebut diperoleh juga dari kreativitas yang merupakan hasil dari berpikir kreatif. Berpikir kreatif ini memiliki kaitan erat dengan imajinasi. Imajinasi dipandang baik dipraktikkan dalam pendidikan matematika karena memiliki dampak yang lebih luas. Untuk mendukung pendidikan matematika maka perlu dibuatkan kurikulum yang melibatkan imajinasi, baik itu imajinasi sintentik yang merujuk pada imajinasi kreatif. Pada pembahasan ini, topik bahasannya yaitu (i) Filsafat matematika yang dilihat dari cara pandang ontologi, epistemologi, dan metafisik, (ii) Filsafat Pendidikan matematika (pengertian matematika dan sifatnya, matematika dan masyarakat).

Kata kunci: Imajinasi, Filosofi Matematika, Filosofi Pendidikan Matematika

PENDAHULUAN

Pada makalah ini, penulis akan mengkaji ide dari Artikel “Imajinasi dalam filosofi matematika dan implikasinya terhadap pendidikan matematika” yang ditulis oleh Yenealem Ayalew Degu & Dire Dawa (Degu, 2020). Kedua penulis tersebut merupakan pendiri sebuah Forum Matematika di Ethiopia. Motivasi mereka membahas topik ini, dikarenakan terdapat pembicaraan yang dituliskan oleh siswa kelas 12 pada sosial media, yang berisikan refleksi terhadap pentingnya belajar matematika. Berdasarkan perbincangan yang terjadi, terlihat bahwa siswa mencoba mencari pemikiran tentang sifat matematika dan beberapa siswa terlihat menyukai pembelajaran matematika tetapi tidak jelas dengan tujuan ketika mereka mempelajarinya. Esensi percakapan di atas dianggap penting/ merupakan masalah pendidikan matematika yang perlu dibahas lebih lanjut karena berkaitan dengan implikasi dalam pengajaran matematika secara kreatif kepada siswa.

Dalam Artikel ini, Skovmose (2020) mencoba menjelaskan bahwa pembelajaran matematika memiliki kaitan dengan pendidikan dan matematika itu sendiri. Skovmose juga mengungkapkan bahwa Pendidikan matematika merupakan dasar pengetahuan dan melakukan kemajuan, Pendidikan matematika memiliki peluang yang penting untuk melakukan pengembangan sosial (keadilan sosial). Degu (2020) mengomentari pada artikel ini, mungkin penjelasan tersebut akan menimbulkan keraguan dan banyak pertanyaan. Keraguan tersebut sejalan dengan apa yang disampaikan oleh Fried (2014)

dalam melihat perbedaan dan hubungan antara matematika , Pendidikan matematika dan penelitian pendidikan matematika.

Sehingga sangat diharapkan guru matematika dan peneliti Pendidikan matematika saling bersinergi dengan baik untuk terlibat dalam menciptakan pembelajaran yang melibatkan imajinasi sehingga menghasilkan kreativitas. Degu, dkk (2020) mencoba menganalisis hubungan antara imajinasi dan filosofi matematika dengan melihat matematika diciptakan atau ditemukan, keberadaan entitas dan objek matematis dan kebenaran wacana matematika.

Degu, dkk (2020) membagi topik bahasan dalam artikelnya yaitu (i) Filsafat matematika yang dilihat dari cara pandang ontologi, epistemologi, dan metafisik, (ii) Filsafat Pendidikan matematika (pengertian matematika dan sifatnya, matematika dan masyarakat).

PEMBAHASAN

Filsafat Matematika

- Ontologi

Ontologi merupakan sebuah cara pandang untuk membantu seseorang melihat *keberadaan* sebuah Ilmu pengetahuan. Keberadaan tersebut dapat terlihat dari berbagai hal mulai dari pengertian, definisi, dan beberapa hal lainnya. Pada Ilmu matematika keberadaan tersebut terlihat dari definisi, aksioma, dan teorema-teorema yang diturunkan dari aksioma, serta beberapa teori & metode yang digunakan. Ontologi Matematika merupakan konsep yang dapat dibangun dari pengalaman akan adanya objek matematika yang konkret. Pada Artikel yang dituliskan oleh Degu, dkk

(2020), terdapat beberapa pertanyaan yang menuntun setiap pembaca untuk memahami sifat ontologis matematika. Contohnya “seberapa religiuskah matematika?”, Ravn & Skovmose (2019) dalam Degu, dkk (2020) juga menambahkan pertanyaan untuk melihat ontologis matematika adalah sebuah hal yang fundamental untuk melihat keberadaan matematika tersebut, yaitu “apakah angka tersebut ada?” dan “dalam arti apa angka tersebut ada?”. Pertanyaan yang diajukan oleh ontologis matematika, merupakan pertanyaan mendasar yang menunjukkan domain ontologis yang mempertimbangkan sifat dan entitas matematika. Sebagai contoh apakah bilangan irasional π yang menghasilkan dengan sebuah pendekatan 3.142857.... (bilangan ini terus berlanjut tanpa berulang) benar ada?. Pertanyaan tersebut akan dibuktikan pada epistemologi matematika.

- **Epistemologi**

Epistemologi adalah ilmu fisafat yang membahas tentang tentang cara memperoleh pengetahuan, hakekat suatu pengetahuan, dan sumber pengetahuan. Menurut Ravn & Skovsmose (2019) dalam Degu (2020), epistemologi merupakan cabang filsafat yang berhubungan dengan apa yang dapat kita ketahui dan cara seseorang memperoleh pengetahuan, atau dapat dikatakan bahwa epistemologi menyoroti secara spesifik pada tata-cara, teknik, atau prosedur mendapatkan ilmu dan keilmuan. Pada Artikel yang ditulis Degu, dkk (2020), pertanyaan yang menggambarkan epistemologi adalah “seberapa pastinya matematika”. Menurut

Krantz (2018) dalam Degu, dkk. (2020), mengatakan bahwa epistemologi ini sangat penting untuk memahami lingkungan sekitar. Salah satu filsafat yang termasuk dalam sub domain filsafat epistemologi adalah filsafat matematika konstruktivis sosial yang dikemukakan oleh Ernest (1998). Hal tersebut tentang membangun sebuah pengetahuan matematika. Untuk membangun pengetahuan tersebut diperlukan pemahaman dan pemaknaan matematika yang baik. Menurut Degu, dkk (2020), pemaknaan dan pemahaman tersebut dapat terlihat dari (1) kombinasi Bahasa, symbol, rumus dan model serta tampilan visual untuk menampilkan ide atau sebuah konsep. Oleh karena itu siswa diharapkan perlu belajar berpikir dan mengomunikasikannya. (2) matematika ini merupakan sebuah aktivitas sosial dan merupakan bagian dari budaya manusia, sehingga dalam mempelajari matematika membutuhkan konteks sosial (Ernest, 1991). Oleh karena itu untuk memahami proses perolehan matematika ini diperlukan sebuah kesadaran untuk belajar secara komunitas dalam sebuah konteks yang riil. Sebagai contoh yang digunakan di bagian Ontologi, untuk mengetahui proses memperoleh nilai bilangan π , kemudian para Ahli menggunakan lingkaran untuk membuktikan bilangan π tersebut dengan membagi keliling lingkaran dengan diameter sebuah lingkaran. Percobaan terus dilakukan dengan menghasilkan sebuah pendekatan nilai $\pi = 3,14 \dots$

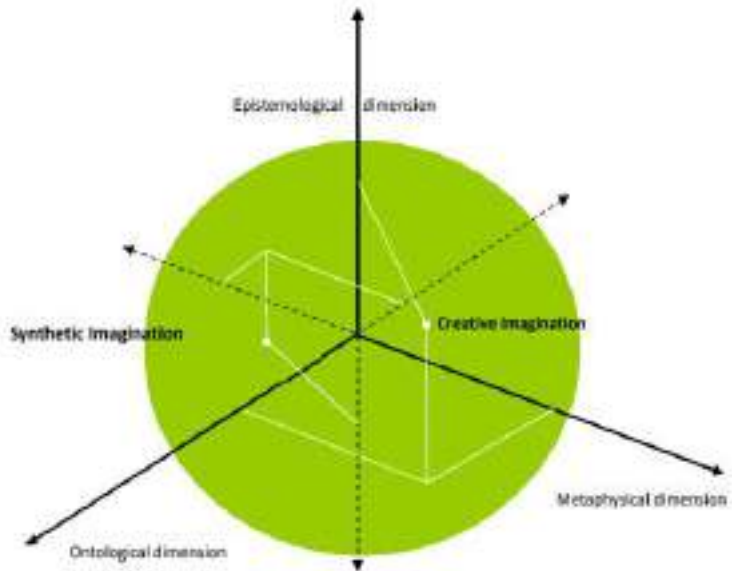
- **Metafisik**

Metafisika pada dasarnya membahas tentang sesuatu yang pandang ada, dan mempersoalkan hakikat. Hakikat ini tidak dapat dicapai dengan menggunakan oleh panca indera karena tak terbentuk, berupa, berwaktu dan bertempat. Dengan mempelajari hakikat sebuah ilmu pengetahuan, kita dapat memperoleh pengetahuan dan dapat menjawab pertanyaan tentang apa hakekat ilmu itu, termasuk didalamnya hakikat matematika. Berdasarkan artikel yang ditulis oleh Degu, dkk (2020) dikatakan bahwa untuk menghubungkan cara memperoleh pengetahuan (epistemologi) dan keberadaan pengetahuan (ontologi) maka diperlukan metafisik. Pertanyaan yang dapat membantu seseorang memahami metafisik adalah "Bagaimana kita memperoleh pengetahuan tentang domain tertentu", "apakah matematika diciptakan atau ditemukan?". Pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan yang berisikan dengan hakikat suatu ilmu (matematika). Untuk melihat lebih dalam, maka diperlukan pemahaman terhadap sifat dan peran imajinasi dalam matematika.

- **Imajinasi dalam Filsafat Matematika**

Pada matematika Platonisme, terdapat asumsi bahwa ada objek abstrak yang non-spatiotemporal, non-fisik, dan non-mental. Objek abstrak tersebut dapat saja memberikan deskripsi dalam kalimat matematika yang benar atau pun juga salah. Untuk memahaminya Degu, dkk (2020) menjelaskan keberadaan angka berada pada luar ruang dan waktu. Sebaliknya penganut paham Nominalisme

mengatakan bahwa tidak ada entitas angka pada apapun, sehingga objek matematika tidak benar-benar ada atau dapat diartikan bahwa angka merupakan objek yang ada dalam kepala seseorang. Berangkat dari hal ini, Fiksinonime yang merupakan bagian dari nominalisme melihat bahwa konsep keberadaan matematika itu salah, sekalipun pada dasarnya bermanfaat. Kebermanfaatan tersebut digunakan dalam matematika untuk Latihan imajinasi yang mana tidak hanya berkaitan dengan perhitungan belaka. (Saiber & Turner, 2009).



Gambar 1. Imajinasi dalam Filsafat Matematika

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa terdapat 3 dimensi penting dalam filsafat matematika, yaitu dimensi ontology, epistemologi dan metafisik. Ketiga dimensi tersebut membentuk

sebuah perspektif matematika yang terdiri dari matematika terbentuk dari berbagai realitas, kebenaran yang relatif, kompleksitas dan ambiguitas. Terlihat juga pada gambar, terdapat dua macam imajinasi, yaitu imajinasi kreatif dan imajinasi sintetik.

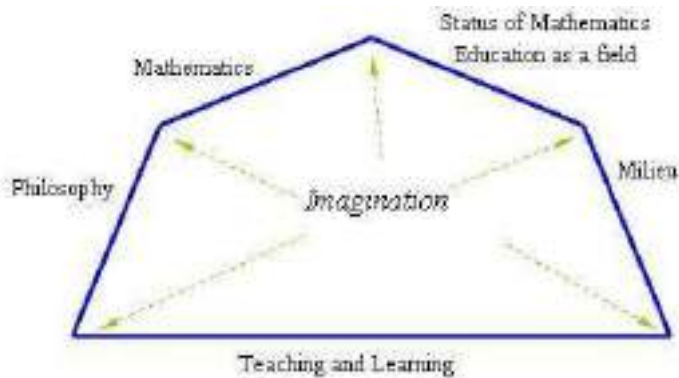
Berdasarkan Gambar 1, imajinasi kreatif terletak antara dimensi epistemologi dan dimensi metafisika. Artinya imajinasi kreatif mampu menjelaskan proses memperoleh pengetahuan melalui pengalaman yang dialami. Hal tersebut sejalan dengan Beaney (2010) yang mengatakan bahwa menggabungkan kembali pengalaman dalam penciptaan gambar baru yang diarahkan pada tujuan tertentu atau membantu dalam pemecahan masalah (Beaney, 2010). Sedangkan menurut Karwowski et al (2017), imajinasi kreatif merupakan sebuah konsep yang mengacu pada kemampuan menciptakan dan mengubah representasi mental berdasarkan materi pengamatan masa lalu, tetapi secara signifikan melampauinya.

Berdasarkan Gambar 1, imajinasi sintetik berada antara dimensi epistemologi dan ontologi. Artinya untuk memahami sebuah konsep atau pengetahuan imajinasi ini menggunakan bagaimana keberadaan sebuah konsep dan cara memperoleh konsep tersebut. Menurut Krantz (2018), imajinasi sintetik merupakan kemampuan untuk mempertahankan kesan sederhana dari objek, mengimplikasikan aspek penemuan dalam matematika. Imajinasi sintetik menuntut pertimbangan dari serangkaian masalah yang

berbeda. Imajinasi ini melihat pentingnya pemikiran matematis di lihat dari sisi sosial, sehingga mampu memahami lingkungan sekitar. Imajinasi ini menyediakan ruangan untuk intuisi dalam bekerja dalam matematika, kesempatan untuk menyelesaikan masalah secara logis, dari hasil penyelesaian masalah yang klogis tersebut, maka proses tersebut dapat dikatakan reliabel dan dapat direproduksi, kemudian kebenarannya dapat diverifikasi.

Filsafat Pendidikan Matematika

Dasar Filosofi Pendidikan matematika adalah hakikat matematika dan Pendidikan. Hal-hal tersebut dapat dilihat dari 3 hal, yaitu : memahami tujuan dan makna pengajaran dan pembelajaran matematika (membahas masalah-masalah berikut: Matematika, pembelajaran, pedagogi dan penerapan filsafat ke dalam Pendidikan Matematika); pemaknaan dan kaitannya dengan matematika & sifatnya; dan hubungan matematika dengan masyarakat (sosial). Filsafat Pendidikan Matematika berkaitan dengan status Pendidikan Matematika sebagai bidang ilmu pengetahuan untuk menganalisis, mempertanyakan, menantang, dan mengkritik klaim praktik, kebijakan, dan penelitian pendidikan matematika (Ernest, 2018).



Gambar 2. Imajinasi dalam Filsafat Pendidikan Matematika

Untuk melakukan yang disampaikan oleh Ernest (2018), maka pada gambar 2 terlihat bahwa imajinasi diperlukan. Imajinasi tersebut digunakan dalam filosofi, matematika, Pendidikan matematika, lingkungan (sosial), dan belajar mengajar.

- **Pengertian & Sifat Matematika**

Menurut pandangan Degu, dkk (2020) Pendidikan matematika berdasar pada matematika itu sendiri dan Pendidikan. Penelitian dan praktik Pendidikan akan mengungkap pengertian dan pemaknaan yang dikaitkan dengan matematika. Sebagai contoh, pengajaran atau penelitian tentang pengertian limit yang selalu berkaitan dengan sifatnya yaitu : definisi, simbol, contoh praktis, konjektur, dan bukti yang berkaitan dengan konsep. Konsep matematika ini pada dasarnya diperkenalkan dalam tiga sub topik, yaitu limit barisan, limit fungsi pada suatu titik, dan limit fungsi tak hingga. Pemaknaan konsep limit ini berlanjut untuk digunakan pada topik turunan yang dipekenalkan

denban kemiringan garis potong dari bagian yang terkecil, selanjutnya juga pada topik integral reimann. Penggunaan konsep & pengertian limit ini ingin mengatakan bahwa limit sebagai dasar dalam kalkulus.

- **Tujuan & Makna Pembelajaran -Pembelajaran Matematika**

Dalam pendidikan, pembelajaran memegang peran penting. Pembelajaran ini terdiri dari kurikulum, guru dan siswa, ketiga hal ini memegang peran penting agar pembelajaran ini dapat berjalan dengan baik. Degu, dkk (2020) mengatakan bahwa implementasi kurikulum akan muncul berdasarkan implementasi persepsi guru dan pengalaman yang dirasakan oleh siswa, pengorganisasian tugas, objek matematika, tindakan, aktivitas guru dan siswa menentukan hasil keseluruhan dari proses pembelajaran. Pada artikel yang dituliskan oleh Degu, dkk (2020) mengatakan bahwa ketika tujuan dan makna pendidikan matematika dikaitkan dengan proses belajar & mengajar di kelas maka hal ini menjadi suatu focus yang baru. Fokus yang dimaksud adalah mencoba implementasi *filosofi inkuiri* dalam matematika, menurut Kennedy (2018) mengatakan bahwa hal tersebut dapat memberikan wawasan yang lebih luas terhadap interpretasi termasuk dalamnya pengalaman matematika siswa serta menciptakan pembelajaran yang bermakna. Sehingga pembelajaran matematika nantinya dapat melibatkan penjelasan dan aktivitas memberikan argumen.

- **Matematika & Masyarakat**

Degu, dkk (2020) ingin mengatakan bahwa matematika yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari merupakan hasil dari pemodelan dari dunia nyata. Menurut pandangan Greenwald & Thomley (2012), matematika merupakan subjek pembentuk lingkungan sosial kemudian lingkungan tersebut membentuk disiplin matematika. Artinya Ketika masalah sosial mulai berkembang, maka matematika baru akan digunakan untuk memberikan solusi. Karena matematika ini dapat dilihat Ketika dalam masyarakat terdapat masalah dan timbul untuk menyelesaikannya, maka hal ini berarti matematika merupakan bagian dari dunia secara fisik, secara tidak langsung matematika terletak dalam sosial dan budaya masyarakat.

- **Imajinasi**

Imajinasi terbentuk dari hasil konstruksi abstrak dan filosofis (Kind, 2016). Seperti yang telah disampaikan sebelumnya bahwa filosofi pendidikan matematika berfokus pada epistemologi(cara memperoleh pengetahuan/konsep). Menurut Linnebo (2017) dalam Degu, dkk(2020) bahwa subjek yang ingin dilihat lebih dalam adalah Matematika. Dalam matematika terdapat lima karakteristik, yaitu abstraksi, idealisasi, perhitungan, ekstrapolasi dan tak terhingga, dan pembuktian. Untuk mengetahui lebih dalam, maka perspektif epistemologi akan memberikan pengetahuan tentang bagaimana seseorang dapat mencapai pengetahuan tentang sekitarnya. Caranya adalah melalui belajar. Belajar matematika merupakan sebuah jendela untuk

pengembangan imajinasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa imajinasi merupakan bagian penting dari proses pendidikan.

Karena imajinasi dianggap penting dalam proses pendidikan, maka kurikulum perlu melibatkan imajinasi untuk mencapai tujuan pendidikan yang maksimal. Kurikulum yang melibatkan imajinasi, disebut sebagai kurikulum imajinatif yang mencakup fitur sebagai berikut (Jackson, Oliver, Shaw, & Wisdom, 2006): (1) Imajinatif (menggunakan imajinasi untuk berpikir, melihat dunia dengan cara yang berbeda atau dari perspektif yang berbeda, yang membawa seseorang untuk berpikir "*out of the box*" untuk menghasilkan gagasan dan interpretasi baru). (2) Orisinal (memberikan kontribusi yang menambah apa yang sudah ada dengan menemukan, berinovasi, mentransfer, dan beradaptasi). (3) Eksplorasi tujuan penemuan (bereksperimen dan berani mengambil risiko, keterbukaan terhadap ide dan pengalaman baru untuk menyelesaikan masalah). (4) Menggunakan dan menggabungkan keterampilan berpikir (misalnya menggabungkan keterampilan berpikir kritis untuk mengevaluasi, sintesis, dan intuisi untuk menginterpretasikan dan mendapatkan wawasan dan pemahaman baru). (5) Komunikasi - ini merupakan bagian integral dari proses kreatif (misalnya, mendongeng sebagai sarana mengkomunikasikan makna dalam disiplin).

DISKUSI

Matematika dan lingkungan sosial

Dalam artikel yang dituliskan oleh Degu, dkk (2020), dikatakan bahwa matematika digunakan dalam kehidupan sehari-hari termasuk juga dalam pembelajaran di kelas. Penulis setuju dengan pendapat tersebut karena sejalan dengan Barnes & Venter (2008) dalam artikelnya berjudul "*mathematics as a social construct: teaching mathematics in context*" (Barnes & Venter, 2008) bahwa dasar pengetahuan matematika adalah pengetahuan Bahasa, aturan & prosedur, dan Bahasa itu sendiri, yang kesemuanya merupakan konstruksi sosial. Cara mengonstruksi pengetahuan secara sosial melalui pembelajaran berkonteksnya. Pembelajaran berkonteks ini dapat memberikan makna karena sesuai dengan kondisi yang dihadapi oleh siswa.

Akan tetapi berdasarkan yang disampaikan Degu, dkk (2020) bahwa matematika sebagai pembentuk lingkungan sosial, penulis tidak setuju karena posisi atau (ontologi) dari matematika ini dapat menjadi pembentuk atau yang dibentuk oleh lingkungan sosial. Maksud dari matematika pembentuk lingkungan sosial adalah Ketika ada fenomena dalam lingkungan sosial maka matematika mencoba untuk mencari solusinya. Tetapi matematika sebagai objek yang dibentuk artinya cabang ilmu lain seperti ekonomi, fisika, biologi dan lain sebagainya dapat membantu matematika untuk melihat konsep mana yang sesuai, bagaimana cara menggunakan konsep tersebut lebih baik sesuai dengan konteks yang ada sehingga lebih bermakna.

Inovasi Kurikulum Imajinatif

Kurikulum sekolah dirancang agar bisa diselenggarakan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Kurikulum yang dirancang tersebut diharapkan akan menghasilkan peserta didik yang berkualitas. Ukuran kualitas ini dapat dilihat dari kecerdasan (*intelligence*) peserta didik akan dinilai berdasarkan kemampuannya di dalam penguasaan ilmu (ilmu alam, ilmu pasti, ilmu sosial, Bahasa dan sebagainya). Akibatnya, kurikulum akan ditafsirkan oleh pihak sekolah (guru) melalui pemberian penekanan pada penyampaian ilmu pengetahuan (*knowledge*) di dalam kelas. Ternyata pengetahuan saja tidaklah cukup, diperlukan sebuah komponen lain yang lebih penting dari ilmu pengetahuan dan sering diabaikan yaitu imajinasi (*imagination*).

Implikasi dari imajinasi sintetis dan kreatif seperti yang disampaikan sebelumnya bahwa dalam pendidikan melibatkan guru dan siswa serta kurikulum. Ketiga hal ini sangatlah penting dalam proses pembelajaran. Proses pembelajaran tersebut diharapkan memiliki kemampuan berpikir kreatif, kritis dan inovatif. Kemampuan berpikir demikian membutuhkan imajinasi. Oleh karena itu, dalam pembentukan perlu mempertimbangkan imajinasi. Penulis setuju dengan napa yang dituliskan oleh Degu,dkk(2020) dalam melibatkan imajinasi pada perancangan kurikulum sekolah. Albert Einstein juga mengatakan bahwa imajinasi lebih penting dari pengetahuan karena pengetahuan hanya menekankan pada apa yang sudah diketahui sedangkan imajinasi dapat mencari informasi yang mungkin belum diketahui saat itu ataupun yang sudah diketahui.

Pada artikel yang disampaikan oleh Degu,dkk (2020) kurang menggali lebih jauh hubungan antara berpikir

imajinasi dengan berpikir kreatif, alasan mengapa hal tersebut bisa muncul. Penulis ingin menyampaikan bahwa berpikir imajinasi memiliki hubungan yang erat dengan kreativitas, yang mana merupakan hasil dari berpikir kritis. Kreativitas selain bersifat intuitif juga erat kaitannya dengan imajinasi. Harry Broudy (Bresler, 2002) menyebut imajinasi sebagai benih kreativitas dan bagian dari kognisi manusia yaitu kemampuan berpikir, mengingat, menalar, membayangkan sesuatu dalam aktivitas kehidupan sehari-hari. Imajinasi menggiring manusia untuk melakukan sesuatu, sebelum menjadi perilaku, terlebih dahulu tergambar dalam imajinasi. Oleh karena itu, imajinasi adalah pusat dari pemikiran kreatif; dalam imajinasi ada fantasi, ingatan, analogi, abstraksi, humor.

Dimensi Aksiologi pada Filosofi Pendidikan Matematika

Degu, dkk(2020) tidak mencantumkan Aksiologi sebagai salah satu dimensi dalam filosofi pendidikan matematika. Padahal menurut penulis aksiologi merupakan tujuan akhir yang harus dicapai. Aksiologi, apabila ditinjau dari pengertiannya merupakan ilmu filsafat yang melihat orientasi atau nilai suatu hal. Menurut penulis tujuan akhir dari filosofi pendidikan matematika ini adalah ilmu tersebut dapat digunakan secara umum untuk kehidupan manusia. Penulis yakin dengan adanya penambahan satu dimensi ini, akan memberikan kelengkapan dalam melihat gambaran filosofi pendidikan matematika secara utuh. Aksiologi ini dibutuhkan untuk memberikan warna kebermaknaan kepada siswa. Salah satunya adalah mengetahui manfaat dari pengetahuan yang dipelajari, sehingga siapapun yang mempelajarinya dapat menerapkan dalam kehidupan

sehari-hari. Contohnya: manfaat dari topik bangun ruang dalam kehidupan sehari-hari.

Implikasi aksiologi dalam pendidikan matematika adalah mengintegrasikan nilai-nilai yang ada dalam kehidupan siswa. Dalam hal kehidupan, pembelajaran pun juga sama seperti koin yang memiliki dua sisi dapat dilihat dari sisi yang baik, benar, buruk dan salah atau lainnya . Oleh karena itu, Pendidikan harus memberikan pemahaman/pengertian baik, benar, bagus, buruk dan sejenisnya kepada peserta didik secara komprehensif dalam arti dilihat dari segi etika, estetika dan nilai sosial. Dalam masyarakat, nilai-nilai itu terintegrasi dan saling berinteraksi dalam kehidupan sosial baik itu dalam rumah tangga/keluarga, tetangga, kota, negara adalah nilai-nilai yang tak mungkin diabaikan dunia pendidikan bahkan sebaliknya harus mendapat perhatian.

PENUTUP

Pendidikan matematika dan filosofi pendidikan matematika harus bangun dan dibentuk. Matematika haruslah mengedepankan penyelesaian masalah yang berkaitan dengan pengajaran, konten matematika, dan lingkungan sekolah. Oleh karena itu, para pendidik Matematika & peneliti Pendidikan Matematika diharapkan untuk terlibat untuk meningkatkan pola pikir kreatif. Perlu diketahui Bersama bahwa hasil dari berpikir kreatif yaitu kreativitas ini tidak dapat dianggap terlepas dari imajinasi. Tetapi melihat lebih jauh tentang hubungan antara imajinasi dan filosofi matematika. Meskipun tidak ada konsep tunggal mengenai istilah imajinasi (Kind, 2016), berbagai pemikiran dalam pembahasan filosofis dapat dikelompokkan menjadi imajinasi sintetik dan imajinasi kreatif. Kemudian, pandangan matematika sebagai

penemuan terkait dengan imajinasi sintetik dimana, sebagai pertimbangan matematika sebagai penemuan, menuju ke imajinasi kreatif. Di sisi lain, sisi filsafat pendidikan matematika memiliki ciri imajinatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Beaney, Michael. (2010). *Imagination and Creativity* (2 ed.). Milton Keynes: The Open University.
- Ernest, Paul. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. Oxford: Taylor & Francis.
- Ernest, Paul. (1998). *Social Constructivism as a Philosophy of Mathematics*. New York: State University of New York Press.
- Ernest, Paul. (2018). *The Philosophy of Mathematics Education: An Overview*. In P. Ernest (Ed.), *The Philosophy of Mathematics Education Today, ICME-13 Monographs* (pp. 13-35). Hamburg: Springer International Publishing AG.
- Fried, Michael N. (2014). *Introduction*. In M. N. Fried & T. Dreyfus (Eds.), *Mathematics & Mathematics Education: Searching for Common Ground* (pp. 3-24). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Karwowski, Maciej, Jankowska, Dorota M., & Szwajkowski, Witold. (2017). *Creativity, Imagination, and Early Mathematics Education*. In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and Giftedness: Interdisciplinary Perspectives from Mathematics and Beyond, Advances in Mathematics Education* (pp. 7-22). Switzerland: Springer International Publishing
- Kennedy, Nadia Stoyanova. (2018). *Towards a Wider Perspective: Opening a Philosophical Space in the Mathematics Curriculum*. In P. Ernest (Ed.), *The*

- Philosophy of Mathematics Education Today, ICME-13 Monographs (pp. 309-320). Gewerbestrasse: Springer International Publishing AG.
- Kind, Amy [Ed.]. (2016). *The Routledge Handbook of Philosophy of Imagination*. Abingdon: Routledge.
- Krantz, Steven. (2018). *Essentials of Mathematical Thinking*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Linnebo, Øystein. (2017). *Philosophy of Mathematics*. Princeton: Princeton University Press.
- Saiber, Arielle, & Turner, Henry S. (2009). *Mathematics and the Imagination: A Brief Introduction*. *Configurations*, 17, 1-18.
- Skovsmose, Ole. (2020). *Three Narratives about Mathematics Education. For the Learning of Mathematics*, 40(1), 47-51.

Biodata Penulis

Alfa Charisma anak pertama dari 3 bersaudara yang lahir di Kupang pada tanggal 03 Juni 1988, menyelesaikan pendidikan Menengah dasar di SMP Masehi 1 Ungaran pada tahun 2003, kemudian melanjutkan di SMA Masehi 1 Semarang pada tahun 2006. Pada tahun 2010 berhasil mendapat gelar S1 dari *Corban University* pada tahun 2010 & Universitas Pelita Harapan pada tahun 2013, kemudian 2017 berhasil mendapatkan gelar S2 pendidikan matematika dari Universitas Negeri Surabaya. Saat ini penulis sedang Studi lanjut S3 pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya. Mulai mengembangkan profesinya sebagai pada level manajerial sebagai kepala bagian kurikulum YPK Gloria-Surabaya serta menjadi trainer dan pembicara Sejak tahun 2020 sampai sekarang.

PERDEBATAN KURIKULUM PENDIDIKAN MATEMATIKA DIPANDANG DARI FILSAFAT PENDIDIKAN MATEMATIKA

Muhamad Badrul Mutammam & Mega Teguh Budiarto
muhamadbadrul.22002@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Math Wars merupakan perdebatan antara kelompok reformis (NCTM) dan kelompok kritikusnya dalam menentukan arah kurikulum pendidikan matematika di Amerika Serikat. Penulis menyebutnya sebagai konflik antara pendekatan konseptual dan prosedural untuk studi matematika. Perdebatan yang terjadi antara kedua kelompok bisa dipandang sebagai perbedaan prespektif dalam hal filosofi pendidikan matematika antara pandangan absolutis yang meyakini bahwa kebenaran matematis tidak dapat ditantang dan pandangan fallibilisme yang meyakini bahwa kebenaran matematika dapat salah dan dapat diperbaiki, dan tidak pernah dapat dianggap melampaui revisi dan koreksi. Meskipun memiliki harapan yang sama terhadap pencapaian pendidikan matematika yang baik di Amerika Serikat, kedua kelompok memiliki pandangan berbeda mengenai cara mencapainya. Perdebatan kedua kelompok ini tidak akan menemukan penyelesaian selama masing-masing kelompok tetap kukuh pada pendiriannya tanpa berusaha melihat poin dari kelompok lain dan berusaha mencari kesamaan terhadap pandangan yang berbeda yang pada gilirannya para siswalah yang menjadi korban peperangan ini, yang akan terus mengalami kebingungan terhadap matematika.

Kata kunci: Absolutis, Fallibilisme, *Math Wars*, Perang Matematika

PENDAHULUAN

Makalah ini berisikan review terhadap artikel yang berjudul "*How is Mathematics Education Philosophy Reflected in the Math Wars?*" yang disusun oleh David M. Davison dan Johanna E. Mitchell dan diterbitkan pada tahun 2008. Secara umum artikel ini membahas tentang bagaimana bagaimana filosofi pendidikan matematika tergambar dalam perdebatan dan praktik kurikulum pendidikan matematika di Amerika Serikat. Perdebatan populer dengan sebutan *Math Wars*.

Selama tahun 1990-an, pengajaran matematika telah menjadi subyek kontroversi panas di Amerika Serikat (Schoefeld, 2004). Kontroversi ini dikenal sebagai *Math Wars* atau Perang Matematika. Penamaan tersebut diberikan oleh komentator seperti John A. Van de Walle dan David Klein. Menurut saya ada beberapa hal yang menjadi pertimbangan penamaan ini, yakni penamaan ini diberikan untuk menunjukkan bahwa begitu sengitnya perseteruan yang terjadi di antara dua kelompok, begitu pentingnya subyek yang menjadi bahan kontroversi, dan hasil dari perseteruan akan menentukan arah kebijakan terhadap pendidikan matematika di masa depan di Amerika Serikat. Meskipun demikian, daripada menyebutnya sebagai perang matematika yang menurut saya terlalu berlebihan, melihat permasalahan yang terjadi saya lebih suka menyebutnya sebagai **perdebatan** mengenai kurikulum Pendidikan Matematika di Amerika Serikat.

Dalam Artikel "*How is Mathematics Education Philosophy Reflected in the Math Wars?*" yang disusun oleh David M. Davison dan Johanna E. Mitchell yang terbit pada tahun 2008, penulis menceritakan mengenai kronologi terjadinya perang matematika dari dua sudut pandang kedua kelompok yang sedang berseteru dan bagaimana

perseteruan ini tercermin dalam filosofi pendidikan matematika. Kedua kelompok tersebut adalah *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) sebagai lembaga yang merumuskan kurikulum pendidikan matematika di Amerika Serikat (dalam artikel disebutkan sebagai kelompok reformis terhadap kurikulum pendidikan matematika) dan kelompok kedua adalah para kritikus yang tidak setuju terhadap kebijakan yang dibuat oleh NCTM. Para kritikus ini terdiri dari akademisi di perguruan tinggi maupun dari kalangan orang tua siswa. Schoenfel (2004) menyebut kelompok ini sebagai kaum tradisional yang takut terhadap kurikulum "berbasis standar" (yang disusun NCTM) yang berorientasi pada reformasi itu dangkal dan merusak nilai-nilai matematika klasik. Penulis menyebut ini juga sebagai konflik antara pendekatan konseptual (kelompok reformis) dan pendekatan prosedural (kelompok absolutis) untuk studi matematika.

Pada bagian awal artikel, penulis menegaskan bahwa ketika artikel ini ditulis sebenarnya perang matematika telah berakhir. NCTM telah menyadari bahwa banyak komentar yang tidak setuju dalam menanggapi publikasi NCTM tentang Kurikulum *Focal Point* (Titik Fokus) untuk Pra-TK sampai Kelas 8 Matematika pada tahun 2006. Selanjutnya penulis menjelaskan mengenai kronologi perang matematika ini.

Menurut presiden NCTM, Kurikulum *Focal Point* menyajikan visi untuk desain generasi mendatang dari standar kurikulum dan tes negara bagian di Amerika Serikat. Kurikulum ini merupakan langkah pertama untuk membawa konsistensi dan koherensi ke kurikulum matematika Amerika Serikat. Menurut salah satu kritikus, sebenarnya salah satu motivasi mengapa kurikulum ini muncul adalah sebagai tanggapan terhadap kritik "*mile wide, inch deep*" pengajaran matematika Amerika Serikat. Kritik ini sering muncul dalam hal membandingkan kinerja dari siswa

di Amerika Serikat dengan siswa negara lain pada tes prestasi matematika internasional. Hasil tes ini cukup mengecewakan bagi Amerika Serikat, mengingat bahwa Amerika Serikat merupakan negara adidaya yang selalu berada di atas negara-negara lain di banyak bidang namun pada hasil tes matematika internasional tidak demikian. Meskipun tidak berada di urutan yang bawah, beberapa negara mendapatkan hasil yang lebih baik.

Perlu diketahui bahwa sebenarnya upaya NCTM dalam reformasi pendidikan matematika dimulai dengan penerbitan *Action Agenda* pada tahun 1980 yang berfokus pada kebutuhan siswa untuk belajar bagaimana memecahkan masalah. Kemudian beberapa dokumen kurikulum yang muncul setelahnya, seperti *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* (CESSM) pada tahun 1989, *Professional Standards for Teaching Mathematics* pada tahun 1991, *Assessment Standards for School Mathematics* pada tahun 1995, dan *the Principles and Standards for School Mathematics* (PSSM) di tahun 2000 telah memicu reaksi publik yang cukup substansial. Dokumen-dokumen tersebut memusatkan perhatian pada pendekatan berbasis standar untuk pengajaran matematika, yang digambarkan oleh para kritikusnya sebagai "*fuzzy math*" di mana akuntabilitas individu digantikan oleh kerja kelompok, kecakapan dalam keterampilan dasar digantikan oleh ketergantungan pada kalkulator, dan perhatian serius pada pemikiran algoritmik digantikan oleh "masalah kehidupan nyata". Pada saat PSSM diterbitkan, presiden NCTM Glenda Lappan menegaskan bahwa standar asli CESSM terlalu menekankan pada ide-ide baru seperti mengajarkan pemahaman konseptual di atas pengembangan keterampilan dasar, sehingga guru kehilangan tujuan utama agar siswa menjadi sangat terampil dalam menggunakan matematika. Oleh karena itu, para

kritikus terhadap upaya reformasi ini tampaknya telah salah mengartikan inisiatif kelompok reformis.

Penulis menilai bahwa ada hal yang cenderung diabaikan dalam perdebatan ini yaitu bagaimana tuduhan ini dimulai. Sejak tes matematika internasional yang pertama, penulis telah mendengar mengenai tuduhan kurikulum matematika Amerika yang lebarnya satu mil dan dalamnya satu inci. Kemudian salah satu penjelasan tentang kinerja siswa Amerika yang relatif buruk dalam tes perbandingan internasional dikarenakan terlalu banyaknya topik yang dibahas di tingkat menengah, banyak di antaranya topik yang telah diperkenalkan sebelumnya.

Dalam artikel ini penulis secara eksplisit menjelaskan bahwa tujuan dari penulisan artikel itu bukanlah untuk menyatukan pihak-pihak yang terlibat dalam *Math Wars* atau untuk menyalahkan satu pihak maupun pihak lainnya. Mereka menegaskan bahwa polarisasi dalam pendidikan di Amerika sama halnya dengan polarisasi politik disana, namun penulis merasa bahwa masalah sebenarnya bukanlah pada polarisasi ini. Tujuan utama dari artikel ini adalah:

1. Mencoba memahami apa yang menyebabkan kelompok-kelompok yang berbeda dalam masyarakat memiliki harapan yang berbeda terhadap kurikulum matematika sekolah.
2. Bagaimana kelompok-kelompok ini dapat dijelaskan oleh perbedaan dalam filosofi pendidikan matematika.

Penulis melihat bahwa perbedaan yang ada memiliki kemiripan dengan dua pandangan yang berseberangan dalam filsafat pendidikan matematika ketika memandang pengetahuan matematika, yakni pandangan absolutis dan pandangan fallibilisme. Pandangan absolutis adalah pandangan bahwa kebenaran matematis tidak dapat ditantang. Sedangkan pandangan fallibilisme adalah pandangan bahwa kebenaran matematis dapat salah dan

dapat diperbaiki, dan tidak pernah dapat dianggap melampaui revisi dan koreksi.

Saya menilai bahwa ketertarikan utama penulis adalah menjelaskan mengenai pandangan dari masing-masing kelompok yang berdebat dalam *Math Wars* dengan memberi penguatan maupun mengkritisi pandangannya. Penulis juga berusaha menjelaskan sejarah dan motif dari pandangan masing-masing kelompok. Kelompok kritikus yang memiliki kekhawatiran kuat terhadap langkah yang diambil oleh kaum reformis. Kekhawatiran mengenai pencapaian prestasi matematika dari masing-masing siswa dan oleh disebutkan oleh penulis ada semacam kekhawatiran mengenai kecukupan kemampuan matematika siswa ditingkat menengah ketika melanjutkan jurusan matematika di perguruan tinggi. Hal ini dikarenakan para kritikus banyak dari kalangan akademisi di perguruan tinggi. Sementara itu NCTM sebagai kaum reformis yang mengupayakan perubahan yang dilatar belakangi oleh hasil prestasi internasional Amerika Serikat yang mengecewakan sehingga mendapat kritikan bahwa kurikulum pendidikan matematika yang sangat dangkal. Peneliti juga berusaha untuk mencari solusi atau setidaknya penjelasan mengenai kegagalan demi kegagalan reformasi yang terjadi di Amerika Serikat.

PEMBAHASAN

Sebagaimana yang tertulis pada pendahuluan mengenai tujuan penulisan artikel yang berjudul "*How is Mathematics Education Philosophy Reflected in the Math Wars?*" maka penulis memfokuskan pada upayanya untuk memahami apa yang menyebabkan dua kelompok yang berbeda dalam masyarakat memiliki harapan yang berbeda terhadap kurikulum matematika sekolah dan bagaimana filosofi pendidikan matematika dapat menjelaskan

perbedaan pandangan kedua kelompok ini. Penulis menjelaskan kronologi perdebatan antara kedua kelompok yang dikhawatirkan oleh penulis tidak akan menemukan titik temu dikarenakan adanya kemungkinan bahwa tiap kelompok yang tidak mau melihat poin yang baik dari pandangan kelompok lain.

Dalam memahami permasalahan yang ada, penulis lebih banyak membahas permasalahan yang ada pada kelompok reformis yaitu NCTM. Hal ini dikarenakan NCTM merupakan kelompok yang berupaya aktif melakukan reformasi kurikulum pendidikan matematika dengan berbagai dokumen kurikulum yang diterbitkannya. Terbitan kurikulum berbasis standar inilah yang memicu perdebatan yang disebut sebagai *Mathematic Wars* yang berlangsung selama belasan tahun di antara dua kelompok.

Selain membahas mengenai perdebatan kedua kelompok, penulis juga membahas mengenai perkembangan pendidikan matematika di Amerika Serikat. Penulis juga menceritakan mengenai reformasi pendidikan matematika yang disebut sebagai matematika baru dan matematika terbaru. Dalam menjelaskannya penulis membandingkan berbagai upaya reformasi yang dilakukan diberbagai negara. Penulis juga menjelaskan mengenai upaya reformasi yang selalu dianggap mengalami kegagalan.

Dalam artikel penulis mengutip pernyataan berbagai ahli dalam filosofi maupun kependidikan matematika seperti Paul Ernest, John Dewey, Thorndike, Cremin, Cuban, Tyak, Stigler, Hiebert, Amit, Fried dan lain sebagainya dalam menilai situasi kependidikan matematika yang ada di Amerika Serikat dan upaya yang bisa dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang terjadi. Dalam menjelaskan, penulis menggaris bawahi mengenai kondisi guru di Amerika Serikat dan bagaimana peran yang seharusnya dilakukan.

Sebagaimana yang tertulis dalam judul artikel yaitu *philosophy*, penulis memang selalu mengaitkan setiap analisisnya terhadap situasi kedua kelompok dengan dikotomis prespektif filosofi pendidikan matematika absolutis dan fallibilis. Hal ini dikarenakan penulis meyakini bahwa perdebatan yang ada bisa berkaitan dengan pandangan filosofis yang berbeda di antara kedua kelompok. Meskipun dalam artikel ini penulis secara eksplisit menjelaskan bahwa tujuan dari penulisan artikel itu bukanlah untuk menyatukan pihak-pihak yang terlibat dalam Math Wars atau untuk menyalahkan satu pihak maupun pihak lainnya, saya melihat ada upaya dari penulis untuk menemukan solusi terhadap perdebatan yang ada. Seperti yang diharapkan oleh penulis mengenai kemungkinan jalan tengah dari perbedaan filosofi. Hal ini ditunjukkan ketika Ernest menyebut bahwa kedua paham filosofi bertentangan, penulis mengklaim adanya kontinum diantara kedua paham

Dalam artikel Penulis membagi pembahasannya ke dalam enam poin, yaitu:

1. Hubungan antara filosofi pendidikan matematika dan perubahan kurikulum
2. Sejarah Reformasi Pendidikan Matematika
3. Reformasi Matematika Baru
4. Upaya Reformasi Terbaru
5. Standar NCTM
6. Implikasi Reformasi Kurikulum Matematika

Hubungan antara Filosofi Pendidikan Matematika dan Perubahan Kurikulum

Pada poin pertama tentang hubungan antara filosofi pendidikan matematika dan perubahan kurikulum, penulis menekankan bahwa kedua pihak yang berseteru tidak memperhatikan poin yang dibuat oleh pihak lain. Penulis

berpendapat bahwa masalah sebenarnya bergantung pada pertimbangan filosofis yang berbeda tentang sifat pendidikan matematika. Paul Ernest (1991) menggambarkan dua perspektif yang berlawanan mengenai filsafat pendidikan matematika, yakni pandangan absolutis dan pandangan fallibilisme. Dia menyatakan bahwa penolakan terhadap salah satu pandangan mengarah pada penerimaan pandangan yang berlawanan. Ernest (1994) melihat masalah sentral dari filsafat pendidikan matematika sebagai masalah hubungan antara filsafat matematika dan pendidikan matematika.

Berbeda dengan Ernest yang menyatakan bahwa klasifikasi absolutis-fallibilis itu dikotomis, penulis mengklaim bahwa ada kontinum posisi di antara keduanya. Untuk menunjukkan bahwa klaim yang dibuat penulis itu benar, penulis memberi contoh mengenai filosofi yang tersirat ketika mengamati seorang guru matematika yang sedang mengajar. Ketika mengajarkan keterampilan matematika di kelas seorang guru menunjukkan pandangan filosofi absolutis dan pada saat melibatkan siswa dalam pemecahan masalah seorang guru menunjukkan pandangan filosofi fallibilisme.

Penulis mengutip pernyataan Ernest (1991) bahwa strategi guru di kelas bergantung pada perspektif filosofis yang mereka miliki, selain itu Ernest juga menegaskan mengenai pentingnya konteks sosial. Artinya, guru yang memiliki perspektif filosofis yang berbeda dimungkinkan masih menggunakan metode mengajar yang sama dan mengadopsi praktik kelas yang serupa bergantung pada efek sosialisasi dari konteksnya. Menerapkan pandangan fallibilisme dalam praktik mengajar kecil kemungkinannya dilakukan jika rekan-rekan guru dan iklim sekolah mendukung perspektif absolutis. Guru dapat menggeser niat dan praktik pedagogis mereka dari teori yang mereka

yakini kebenarannya ketika dihadapkan dengan kendala yang diciptakan oleh konteks sosial.

Penulis menyebutkan bahwa konteks sosial merupakan faktor penentu yang sangat signifikan berhubungan dengan praktik dan kebijakan pendidikan. Mengutip pernyataan sejarawan pendidikan yang bernama David Tyack (1974) bahwa alasan utama kegagalan reformasi disebabkan karena menyerukan perubahan filosofi atau taktik terhadap karyawan sekolah lebih utama daripada perubahan sistemik. Perubahan sistemik dapat mencakup transformasi iklim belajar di sekolah dari yang menekankan pelatihan untuk pekerjaan menjadi yang diperkaya dengan wacana filosofis dan pemberdayaan guru dan siswa secara bersamaan untuk menciptakan perubahan. Perubahan sistemik biasanya bukan menjadi fokus upaya reformasi baru-baru ini, dan fakta itu dapat memberikan penjelasan parsial atas kegagalan mereka.

Penulis mengatakan bahwa para kritikus telah menuduh NCTM telah berubah pikiran. Penulis mempertanyakan apakah organisasi benar-benar berubah dari posisi fallibilis ke posisi absolutis? Penulis menyatakan bahwa sebenarnya posisi NCTM pada dasarnya tidak berubah. Sementara CESSM membuat bahwa menghafal fakta-fakta dasar dan tes faktual tradisional tidak ditekankan tidak berarti bahwa pendekatan tradisional akan hilang.

Sejarah Reformasi Pendidikan Matematika

Pada poin kedua tentang sejarah reformasi pendidikan matematika. Sejarah reformasi pendidikan mencatat bahwa banyak terjadi kegagalan. Penulis kemudian mempertanyakan bahwa jika ratusan laporan reformasi pendidikan dan inisiatif kebijakan tidak banyak pengaruhnya terhadap perubahan pendidikan, lalu mengapa kebijakan dan upaya reformasi gagal total?

Apakah kebijakan ini dirancang dengan buruk oleh individu dan organisasi yang memiliki sedikit pengetahuan tentang apa yang sebenarnya terjadi di sekolah? Mungkinkah konsepsi guru matematika perlu mengalami revisi yang signifikan sebelum pengajaran matematika dapat direvisi? Dan pada akhirnya, apakah masalahnya terletak pada konstruksi kebijakan, konteks sosiokultural, atau praktisi yang terikat secara filosofis?

Penulis mengutip ungkapan dari beberapa filsuf pendidikan, seperti John Dewey dan EL Thorndike. Dewey mendukung visi pendidikan yang terhubung dengan pengalaman dan kehidupan nyata. Dia juga menyebutkan bahwa tuntutan pada guru ada dua:

- (1) pengetahuan menyeluruh tentang disiplin ilmunya dan
- (2) kesadaran akan pengalaman umum masa kanak-kanak yang dapat digunakan untuk mengarahkan anak-anak menuju pemahaman terhadap pengetahuan

Sedangkan Thorndike mengungkapkan bahwa siswa yang terlatih dalam filosofi absolutis ketika suatu saat menjadi guru kemungkinan akan mengajar dari sudut pandang absolutis. Penulis mengatakan bahwa orang mungkin menyimpulkan bahwa perpaduan perspektif absolutis dan fallibilis itu penting, namun perpaduan perspektif belum terlihat dalam sejarah pendidikan matematika Amerika.

Reformasi Matematika Baru

Pada poin ketiga tentang reformasi matematika baru, penulis mencoba membandingkan reformasi kurikulum matematika dan motivasi dibalik reformasi tersebut yang terjadi diberbagai negara. Misalnya di Amerika Serikat dan Eropa, reformasi di motivasi oleh adanya kekhawatiran mengenai ketidakcukupan jumlah siswa yang berkualifikasi baik untuk melanjutkan pendidikan di jurusan matematika. Ada kepercayaan di kalangan matematikawan universitas

bahwa kurikulum matematika sekolah perlu direformasi sehingga apa yang dipelajari di sekolah bisa mempersiapkan siswa menghadapi matematika tingkat universitas. Meskipun demikian ada beberapa matematikawan Amerika yang tidak setuju. Mereka mengatakan bahwa beberapa matematikawan lebih tertarik untuk melatih generasi baru matematikawan daripada menyediakan kursus matematika untuk semua. Sementara di Prancis revolusi dilakukan sebagai respons terhadap kebutuhan untuk mengisi kembali suplai ahli matematika potensial yang banyak di antaranya menjadi korban perang. Namun sangat berbeda dengan yang terjadi di Inggris dimana reformasi matematika yang dilakukan banyak melibatkan komunitas pengajar. Dalam proyek matematika sekolah para guru menulis, dan pendanaannya berasal dari industri yang bukan pemerintah. Hasilnya adalah ada sedikit perubahan dalam matematika yang harus diajarkan, tetapi ada perubahan besar tentang bagaimana cara matematika akan diajarkan.

Selanjutnya penulis menjelaskan mengapa “matematika baru” di Amerika Serikat mengalami kegagalan. Penulis mengutip Amit dan Fried (2002) bahwa reformasi yang dilakukan harus mempertimbangkan banyak hal, termasuk didalamnya adalah mengapa reformasi diinginkan, melihat kebutuhan dan sifat matematika, kebutuhan dan nilai-nilai masyarakat, dan hubungan di antaranya; kemudian reformasi ini harus melibatkan partisipasi aktif berbagai kalangan, seperti matematikawan, guru, politisi, masyarakat, orang tua, dan siswa. Dan nampaknya matematika baru tidak memenuhi kriteria Amit dan Fried.

Griffiths dan Howson (1974) membahas mengenai dua pendekatan perubahan kurikulum, yaitu (1) reorganisasi matematika itu sendiri yang cenderung berpusat pada guru, berbasis disiplin serta otoriter dan (2) digambarkan sebagai

kecenderungan terbuka, yang mencerminkan sikap liberal di sekolah dan masyarakat pada umumnya, dan cenderung berpusat pada murid. Menurut Penulis kedua pendekatan ini sekali lagi sangat paralel dengan posisi filosofis absolutis dan fallibilisme. Oleh karena itu penulis menyimpulkan bahwa salah satu penyebab kegagalan "matematika baru" dikarenakan hal itu mewakili filosofi absolutis dalam apa yang muncul sebagai dunia fallibilisme.

Usiskin (dalam Amit & Fried, 2002) juga menunjukkan bahwa gerakan matematika baru di Amerika Serikat dinilai gagal oleh publik yang disesatkan oleh hasil ujian seperti SAT dan NAEP. Skor SAT dan skor verbal rendah di era matematika baru. Ada hal yang lebih penting, yaitu tidak ada bukti bahwa SAT ini dikhususkan untuk menilai keberhasilan matematika baru. Penulis menambahkan bahwa dalam sejarah pendidikan matematika menunjukkan bahwa gerakan, kebijakan atau praktik reformasi baru tidak dapat dievaluasi hanya berdasarkan kriterianya sendiri. Proses reformasi tidak dapat dipisahkan dari sistem pendidikan secara keseluruhan.

Upaya Reformasi Terbaru

Pada poin keempat tentang upaya reformasi terbaru, penulis mengutip pernyataan Stigler dan Hiebert (1999) bahwa reformasi pendidikan sering kali didorong oleh upaya untuk mengubah kinerja sesuai dengan indikator yang dapat diukur. Dicontohkan bahwa dorongan utama dari reformasi matematika baru adalah mengubah buku teks pelajaran. Karena guru-guru Amerika biasanya mengandalkan buku teks, maka orang bisa berharap bahwa pengajaran guru akan berubah sesuai dengan buku teks. Komite Penasihat Nasional Pendidikan Matematika menemukan bahwa guru-guru pada dasarnya mengajar dengan cara yang sama seperti yang mereka dapatkan ketika bersekolah. Hampir tidak ada konsep, metode, atau ide besar

matematika modern yang muncul. Satu penjelasan dari hal ini adalah keyakinan dan harapan budaya yang dimiliki bersama secara luas yang mendasari pengajaran begitu terintegrasi sepenuhnya ke dalam pandangan dunia guru sehingga mereka gagal melihatnya sebagai sesuatu yang dapat berubah ... guru gagal melihat alternatif dari apa yang bisa mereka lakukan di kelas.

Banyak laporan telah ditulis dalam beberapa dekade terakhir yang membuktikan tentang kekurangan dalam pendidikan matematika Amerika dan menyarankan inisiatif melakukan reformasi untuk memperbaiki masalah. Laporan-laporan tersebut dan kegagalan reformasi yang disarankan memberikan bukti mengenai perlunya perubahan secara sistematis. Bahkan masalah dalam pendidikan matematika telah mendapatkan perhatian nasional pada tahun 1983 dengan dikeluarkannya *A Nation at Risk* (ANAR). Laporan ini menyalahkan pendidikan yang menyebabkan penurunan vitalitas ekonomi di Amerika Serikat. Laporan tersebut banyak berisi ungkapan yang menghasut yang menekankan perlunya meningkatkan nilai ujian dan meningkatkan jumlah pekerjaan rumah yang dibutuhkan siswa. Laporan tersebut juga berisi interpretasi terhadap nilai ujian yang sejak awal telah ditolak oleh peneliti pendidikan.

Menurut penulis ANAR belum tentu sejalan dengan tujuan guru matematika, orang tua, atau siswa. Laporan tersebut cenderung mewakili keprihatinan struktur kekuasaan Amerika yang sangat terkait erat dengan pemerintah federal, kemungkinan dimaksudkan untuk melayani kepentingan lain sambil menciptakan iklim ketakutan tentang pendidikan. Penulis menyimpulkan bahwa bukti kegagalan inisiatif melakukan reformasi terus meningkat seperti yang ditunjukkan oleh perang

matematika baru-baru ini. Jadi jika reformasi ingin berhasil, budaya pendidikan dan masyarakat harus diubah.

Standar NCTM

Pada poin kelima mengenai standar NCTM, penulis mengatakan bahwa NCTM telah memelopori upaya untuk memusatkan perhatian pada kurikulum berbasis standar yang ditunjukkan oleh beberapa dokumen yang telah dipublikasikannya. Isi dan proses yang ditekankan dalam prinsip dan standar mencerminkan kebutuhan masyarakat akan literasi matematika, praktik pendidikan matematika di masa lalu, nilai-nilai dan harapan yang dipegang oleh guru dan masyarakat umum.

Pada dokumen prinsip dan standar dimulai dengan menguraikan visi yang dari sudut pandang filosofis bersifat fallibilisme, yakni pembelajaran konstruktivis di mana matematika bersifat substantif dan pembelajaran berorientasi pada siswa. Tidak hanya tujuan itu gagal terwujud, tetapi kekhawatiran tentang keadaan pendidikan matematika dan sains telah menjadi lebih ramai dalam beberapa tahun terakhir. Hasil dari TIMSS telah menyebabkan kekecewaan yang luar biasa. Banyak diskusi telah membahas mengenai upaya yang bisa dilakukan untuk membalikkan tren yang kurang baik ini. Salah satu penjelasan logis mengenai hasil rekaman video pembelajaran di tingkat kelas delapan dikemukakan oleh Stigler et al. (1999).

Membandingkan Amerika Serikat dan Jepang, penulis mencatat bahwa konteks pendidikan mereka didasarkan pada tradisi budaya yang sangat berbeda. Dan oleh sebab itu setiap upaya untuk meningkatkan pengajaran matematika di Amerika Serikat tanpa mengubah budayanya terbukti akan sia-sia. Karya Stigler dan Hiebert bersama dengan Fernandez dan Yoshida (2004) telah menyebabkan minat yang cukup besar di Amerika Serikat terhadap *Lesson Study* yang

diterapkan di Jepang. Yang menjadi pertanyaan besar adalah apakah program yang dirancang untuk meningkatkan pengajaran matematika di Jepang dapat ditransplantasikan ke Amerika Serikat dan apakah akan berhasil. Sehubungan dengan hal tersebut penulis mempertanyakan apakah mungkin untuk mengubah filosofi pendidikan yang berlaku di Amerika Serikat? Jawabannya adalah mungkin. Namun perlu diingat bahwa dalam situasi terbaik sekalipun perubahan akan terjadi secara bertahap. Langkah yang bisa diambil adalah:

- (1) Membangun konsensus untuk perbaikan berkelanjutan.
- (2) Menetapkan tujuan pembelajaran yang jelas bagi siswa dan menyelaraskan penilaian dengan tujuan tersebut.
- (3) Merestrukturisasi sekolah sebagai tempat di mana guru dapat belajar

Penulis menekankan mengenai rekomendasi Stigler dan Hiebert berkenaan dengan profesionalisasi guru dan pekerjaan mengajar dan membangun infrastruktur untuk mendukung profesionalisasi. Para peneliti ini melihat *Lesson Study* dan profesionalisasi sebagai jawaban atas masalah prestasi.

Implikasi Reformasi Kurikulum Matematika

Poin keenam tentang implikasi reformasi kurikulum matematika, penulis mengatakan bahwa salah satu tujuan dari undang-undang *No Child Left Behind* (NCLB) adalah untuk memberikan setiap anak (termasuk yang kurang beruntung) kesempatan untuk berhasil dalam matematika. Namun disini lain undang-undang tersebut menunjukkan bahwa akan ada konsekuensi bagi sekolah jika semua siswanya tidak berhasil. Penulis telah mengamati bahwa siswa diuji setiap tahunnya dan kegagalan pada tes memiliki konsekuensi serius, dan karenanya banyak guru "mengajar untuk ujian" dan mengabaikan tujuan pendidikan lainnya.

Mempertimbangkan pengaruh undang-undang NCLB pada pembelajaran matematika di Amerika Serikat, dan mengingat sifat laporan dan undang-undang ini, penting untuk menanyakan apakah filosofi pendidikan matematika yang saling bertentangan yang tersirat dalam dikotomi absolutis-falibilis adalah kaku atau agak lentur.

Ketika Stigler dan Hiebert (1999) menganjurkan penggunaan *Lesson Study* di sekolah-sekolah Amerika Serikat, mereka sangat menyadari bahwa implementasinya tidak akan berhasil kecuali jika disertai dengan perubahan ideologis dan budaya di dalam sekolah. Hasil yang diharapkan tidak bisa terjadi dalam jangka pendek. Dibutuhkan upaya berkelanjutan, disengaja, jangka panjang yang menghasilkan perubahan kecil yang bertahap. Masih harus dilihat apakah ini bisa terjadi di Amerika Serikat, atau apakah budayanya sudah mendarah daging sehingga perubahan tidak akan segera terjadi. Jika demikian halnya, apa yang diperlukan untuk membawa perubahan nyata dalam pendidikan matematika di Amerika Serikat? Di tengah perdebatan filosofis ini, penting untuk memikirkan sisi-sisi yang berbeda dalam diskusi dan apakah kita sedang berhadapan dengan "konsep-konsep yang pada dasarnya diperebutkan" yang begitu sarat ideologis sehingga tidak memungkinkan untuk diselesaikan (Gallie, 1955-1956) .

Penulis mempunyai kekhawatiran mengenai "kebenaran abadi" satu pihak akan dipandang oleh pihak lain sebagai "dogma yang stagnan". Kecuali jika pendukung kedua perspektif mencoba mengembangkan beberapa kesamaan, masa depan pendidikan matematika mungkin hanya mengarah pada daur ulang argumen yang sudah usang. Jika demikian halnya, siswa sekolah dasar dan menengah dapat terus bertanya mengapa keterampilan atau konsep ini atau itu harus dipelajari. Model yang digunakan akan terus mereduksi matematika menjadi seperangkat tujuan yang terukur, didefinisikan secara sempit, diuji, dan

kemudian dibuang karena hanya dapat diterapkan dalam keadaan yang jarang terjadi.

Penulis merasa tidak nyaman mengenai kemungkinan bahwa matematika tidak dapat dilihat sebagai jalan yang bermanfaat untuk solusi masalah sosial yang nyata. Mungkin beberapa siswa terus percaya bahwa selama seseorang dapat menyeimbangkan buku cek dan menggunakan keterampilan penjumlahan dan pengurangan siswa kelas tiga, tidak ada alasan untuk belajar aljabar. Jika matematika diajarkan sebagai kumpulan pengetahuan untuk dihafal, matematika mungkin kehilangan karakter dinamisnya dan menjadi seperangkat permainan pikiran yang menyakitkan. Jika pendidik terus merencanakan dan mengajarkan pelajaran berdasarkan posisi filosofis absolut tanpa memperhitungkan sejarah, konteks, dan budaya, beberapa siswa akan terus melihat matematika sebagai sesuatu yang stagnan daripada sesuatu yang dinamis yang harus dilalui. Akhir menjadi tujuan, bukan tujuan menjadi perjalanan belajar yang menyenangkan.

Agar semua siswa dapat melihat kegembiraan dan kegunaan dari matematika, matematika harus diintegrasikan dengan ilmu fisika, biologi, dan sosial. Guru harus mengajarkan kepada siswa bahwa matematika selalu terikat dengan kekuasaan dan hubungan sosial, serta harus mendorong siswa untuk mempelajari hubungan tersebut. Siswa harus diberi kebebasan untuk membentuk kurikulum dengan cara yang berarti bagi mereka. Misalnya, mempelajari statistika tanpa kekuatan interpretasi dapat menyebabkan bidang tersebut menjadi bangkrut secara teoritis. Pertanyaan tentang penyebab dan perspektif alternatif akan memperkaya studi itu. Terintegrasi dengan studi sejarah dan ekonomi, studi statistika menjadi cara untuk mengungkapkan hubungan kekuasaan yang mendasarinya.

Guru juga harus didorong untuk berkembang secara profesional melalui wacana filosofis dengan rekan-rekan mereka, untuk merencanakan dan mengajar bersama, dan terlibat dalam evaluasi rekan yang benar-benar kolaboratif dan tidak mengancam. Masyarakat kita sedang mengalami transformasi terus-menerus. Sistem pendidikan cenderung dalam mode reaktif. Masyarakat pada umumnya memiliki harapan era industri terhadap kurikulum matematika sebagaimana dibuktikan oleh perspektif absolut dan penekanannya pada kompetensi prosedural. Sebaliknya, penulis berusaha mencari perspektif era informasi yang didasarkan pada kombinasi konsepsi absolutis dan fallibilisme. Penulis mencari reformasi dalam pendidikan matematika yang mencerminkan sifat perubahan masyarakat Amerika, tetapi menggabungkan visi perubahan budaya.

Dalam menulis artikel ini ada beberapa rujukan artikel yang dikutip oleh penulis. Beberapa diantaranya adalah Ernest (1991, 1999), Dewey (1936), Amit & Fried (2002), Cuban (1993), Fernandez & Yoshida (2004), NCTM (1980, 1989, 1991, 1995, 2000, 2006). Stigler, Gonzales, Kawanaka, Kroll, & Serrano (1999), Stigler & Hiebert (1999), Tyack (1974) dan lain sebagainya. Berikut sedikit saya ulas beberapa rujukan utama dari penulis.

Artikel Ernest yang berjudul “The philosophy of mathematics education” merupakan rujukan utama dari penulis. Dalam artikel ini penulis berusaha memahami apa yang menyebabkan dua kelompok yang berbeda saling berdebat mengenai cara pengajaran matematika yang tepat untuk diterapkan di Amerika Serikat. Penulis berusaha menjelaskan permasalahan ini karena menurut mereka perdebatan ini tercermin dalam perbedaan pandangan dalam filosofi pendidikan matematika sebagaimana yang dikemukakan Ernest mengenai perbedaan prespektif absolutis dan fallibilisme yang bersifat dikotomis. Meskipun

demikian penulis merasa jika dikotomi ini tidak akan menyelesaikan masalah yang ada sehingga dia mengklaim bahwa sesungguhnya meskipun kedua pandangan ini merupakan sebuah dikotomi, sebenarnya kedua pandangan ini merupakan suatu kontinum. Dalam praktik pembelajaran oleh guru di kelas, guru tidak benar-benar hanya menggunakan satu pandangan filosofis. Adakalanya guru menggunakan pandangan absolutis yakni ketika mengajarkan matematika dan menggunakan pandangan fallibilisme ketika mengajarkan pemecahan masalah kepada siswa.

Sebagaimana tujuan penulis maka dalam memahami reformasi yang sedang diupayakan oleh NCTM maka penulis banyak mengkaji dokumen-dokumen yang diterbitkan oleh NCTM. Dokumen yang menjadi pemicu *Math Wars* ini berbicara mengenai standar-standar pendidikan matematika yang dirancang oleh NCTM. Dokumen seperti *Focal Point*, *Action Agenda* dan lain sebagainya ini bertujuan sebagai langkah untuk membawa konsistensi dan koherensi pada kurikulum matematika di Amerika Serikat.

DISKUSI

Saya melihat bahwa sebenarnya permasalahan utama dari *Math Wars* adalah harapan yang berbeda terhadap kemampuan siswa pasca pendidikan menengahnya dalam memenuhi kebutuhan dari masing-masing kelompok. Kelompok tradisonalis menganjurkan pendekatan tradisional untuk kembali ke dasar. Pendekatan ini sebagian besar menekankan pada kemahiran prosedural dalam menyelesaikan soal matematika, langkah-langkah pembelajaran tradisional, dan pendekatan pengajaran yang diarahkan oleh guru. Proses pembelajaran semacam ini khas seperti pembelajaran di jurusan matematika di perguruan

tinggi yang lebih fokus pada pencapaian pengetahuan prosedural matematika (misalnya untuk pembuktian). Ini menunjukkan bahwa motivasi dari kaum tradisional yang banyak dari mereka adalah akademisi matematika di perguruan tinggi adalah untuk mencetak ahli matematika potensial di masa depan.

Di sisi lain kelompok reformis yang dalam hal ini adalah NCTM atau saya melihatnya sebagai bagian dari pemerintah yang berpendapat bahwa yang dibutuhkan adalah relevansi dan penerapan matematika yang lebih besar untuk kehidupan siswa, lebih banyak pemikiran matematis dan pemecahan masalah. Intinya adalah matematika bisa dimiliki oleh semua anak, sekurang-kurangnya kemampuan dasar dalam menghadapi kehidupan mereka. Ini menjadi logis karena pemerintah di posisi yang memang harus mengambil langkah ini sebagaimana peran yang dimainkannya. Seperti yang disampaikan penulis bahwa langkah kelompok reformis juga dimotivasi oleh hasil tes perbandingan internasional Amerika Serikat yang sangat mengecewakan sehingga mereka menuai kritik bahwa kurikulum pendidikan matematika yang "*mile wide, inch deep*". Hasil ini menjadi masuk akal mengingat tes perbandingan internasional mengarah pada soal-soal pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari, sementara melihat video TIMSS bahwa cara mengajar guru di Amerika Serikat cenderung seperti metode tradisional sebagaimana guru tersebut dulu mengenyam pendidikannya.

Saya melihat bahwa meskipun ada kemiripan antara kondisi yang ada dengan pandangan filosofis absolutis dan fallibilis ini penulis cenderung memkasakan pelabelan ini. Saya menganggap masalah ini hanya pada pemenuhan kebutuhan dari masing-masing kelompok. Pandangan saya cukup sederhana menilai masalah *Math Wars*, yakni bagaimana cara memenuhi kebutuhan dari masing-masing

kelompok. Meskipun karena melibatkan masyarakat yang sangat luas penanganannya tidak semudah dan secepat itu. Mungkin bisa disusun kurikulum yang berorientasi pada identifikasi bakat dan minat siswa sejak dini sehingga kita bisa mengarahkan siswa dengan bakat matematika yang baik untuk diajarkan dengan pemahaman yang cenderung konseptual seperti pandangan kelompok tradisional dan diharapkan mereka akan menjadi ahli matematika di masa depan. Sementara siswa lainnya diajarkan dengan pendekatan yang cenderung konseptual sebagaimana yang diharapkan kelompok reformis.

Penulis selain membahas mengenai *Math Wars* mereka juga membahas mengenai kegagalan demi kegagalan yang terjadi pada matematika baru maupun matematika terbaru. Sebagaimana yang dibahas penulis bahwa guru memainkan peran yang sangat penting terhadap keberhasilan suatu kurikulum dan pendidikan matematika. Hal ini dikarenakan guru sebagai ujung tombak implementasi kurikulum terhadap siswa-siwanya. Penulis menyebut bahwa salah satu penyebab kegagalan adalah materi ajar yang terlalu banyak yang beberapa diantaranya mungkin baru bagi guru. Selain materi yang banyak, hal yang mungkin menyebabkan kegagalan dari implementasi kurikulum adalah pendekatan pengajaran yang diminta kurikulum harus diterapkan oleh guru matematika. Metode-metode mengajar yang menekankan pemecahan masalah misalnya, jika guru tidak menguasainya maka guru akan tetap menggunakan metode yang lama. Seperti yang disampaikan oleh Stigler dan Hiebert (1999) bahwa guru akan mengajar dengan cara mengajar yang dia terima dulu waktu bersekolah. Maka peningkatan kompetensi guru adalah suatu hal yang bahkan lebih penting dari pada perubahan buku teks matematika. Schoenfeld (2004) menjelaskan bahwa jika guru merasa tidak

nyaman dengan kurikulum yang tidak ingin mereka terapkan, mereka akan menghindari atau menolaknya.

PENUTUP

Penulisan artikel ini dimotivasi oleh kekhawatiran penulis terhadap persetujuan kedua kelompok yang tidak akan menemukan titik temu jika masing-masing kelompok terlalu menggeneralisasi pandangannya tanpa melihat poin kelompok lain. Tanpa melihat kesamaan dari kedua pandangan maka perdebatan ini akan terus berlarut larut tanpa kesudahan. Jika terjadi demikian maka siswa di sekolah dasar dan menengahlah yang menjadi korbannya. Akan ada kemungkinan bahwa matematika hanya dipandang sebagai permasalahan bagi siswa dan tidak ada manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari mereka. Kemungkinan terburuk adalah para siswa menganggap bahwa matematika cukup dipelajari pada tingkat dimana mereka bisa menggunakan kalkulator untuk menghitung dalam menyelesaikan masalah yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari mereka, seperti menghitung uang dan lain sebagainya. Padahal keberadaan matematika lebih dari itu bagi siswa. Dengan belajar matematika penalaran siswa akan lebih baik untuk menghadapi berbagai situasi yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari.

Poin penting yang lain dari penulis adalah masyarakat sedang mengalami transformasi terus-menerus. Masyarakat pada umumnya memiliki harapan besar terhadap kurikulum matematika. Penulis berusaha mencari solusi dari perdebatan yang terjadi. Sebagaimana yang disebutkan penulis bahwa perdebatan disebabkan oleh perbedaan perspektif yang saling berlawanan yang oleh penulis gambarkan sebagai perspektif absolutis dan fallibilisme, penulis berusaha untuk mencari solusi terhadap permasalahan ini. Penulis berpendapat bahwa mungkin ada perspektif lain yang bisa menyudahi perdebatan. Mungkin

prespektif tersebut adalah kombinasi konsepsi pandangan absolutis dan fallibilisme. Lebih jauh lagi mungkin kombinasi kedua prespektif ini bisa membawa reformasi yang diharapkan dapat menjadi solusi terhadap pendidikan matematika di Amerika Serikat atau mungkin masyarakat di dunia pada umumnya. Reformasi yang bisa mengarahkan kepada kesamaan visi kelompok-kelompok dimasyarakatkan terhadap keberhasilan pendidikan matematika, yang mengubah pandangan filosofis guru agar bisa menjadi profesional dalam menjalankan tugas mendidik siswa dengan baik sehingga pada gilirannya nanti pencapaian siswa terhadap matematika akan sangat baik. Semua siswa (termasuk yang lemah sekalipun) merasa senang belajar matematika dan bisa merasakan manfaat dari mempelajari matematika bagi kehidupannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Davison, David M. & Mitchell, Johanna E. (2008) "*How is Mathematics Education Philosophy Reflected in the Math Wars?*," *The Mathematics Enthusiast*: Vol. 5: No. 1, Article 15. DOI: <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1092> Available at: <https://scholarworks.umd.edu/tme/vol5/iss1/15>
- Amit, M., & Fried, M. N. (2002). Research, reform and times of change. In L. D. English (ed.) *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 355–381). Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cuban, L. (1993). *How teachers taught: Constancy and change in American classrooms, 1880-1990*. New York, NY: Teachers College Record.

- Dewey, J. (1936a). The Dewey school. In J. A. Boydston (ed.) *John Dewey: The later works, 1925-1953*, (pp. 202-216). Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.
- Dewey, J. (1936b). Rationality in education. In J. A. Boydston (ed.) *John Dewey: The later works, 1925-1953*, (pp. 391-396). Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. Bristol, PA: Falmer.
- Ernest, P. (1994). Introduction. *Mathematics, education, and philosophy: An international perspective*. (pp. 1-8). P. Ernest (ed.) London: Falmer.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning. Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gallie, W. B. (1955-1956). Essentially contested concepts. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 56. pp. 167-198.
- Griffiths, H. B., & Howson, A. G. (1974). *Mathematics: Society and curricula*. London: Cambridge University Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (1980). *An agenda for action*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

- National Council of Teachers of Mathematics (2006a). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2006b). NCTM releases *Curriculum Focal Points* to focus math curricula. Reston, VA: NCTM. Retrieved 9/27/07 from www.nctm.org/standards/focalpoints.aspx?id=7760
- National Council of Teachers of Mathematics (2006c). All eyes are on NCTM's Curriculum Focal Points. *NCTM News Bulletin*, 43(4), 1, 6.
- Schoenfeld, A. H. (2004). *The Math Wars*. Educational Policy, Vol. 18 No. 1, January and March 2004 253-286. DOI: 10.1177/0895904803260042
- Stigler, J. W. et al. (1999). *The TIMSS videotape classroom study: Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States*. U.S. Department of Education, Washington, DC: National Center for Educational Statistics.
- Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: NY: The Free Press.
- Tyack, D. (1974). *The one best system: A history of American urban education*. Cambridge: Harvard University Press. United States Department of Education (1991). *America 2000: An education strategy*. Washington, D. C.: author.

Biodata Penulis

Muhamad Badrul Mutammam, lahir di Gresik pada tanggal 21 Juli 1991 dan sekarang menetap di Surabaya. Menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Sumengko tahun 2003, pendidikan menengah di SMPN 1 Lamongan tahun 2006 dan SMAN 1 Lamongan tahun 2009, S1 dan S2 di

Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2013 dan 2018, pendidikan profesi guru (PPG) di Universitas Muhammadiyah Gresik pada tahun 2021 dan saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Bekerja sebagai guru di SMP Unggulan Amanatul Ummah. Masukan positif berupa saran atau kritik pada karya penulis dapat disampaikan pada email roelbad1991@gmail.com.

INTERAKSI ANTARA PSIKOLOGI DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

Soffil Widadah

soffil.22004@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini menganalisa bagaimana interaksi antara psikologi dan pendidikan matematika telah diubah fokusnya dari individu ke perspektif sosial. Pernyataan yang tidak berlebihan jika mengklaim bahwa dimensi sosial dari proses ilmiah diterima sebagai bagian dari studi dalam filsafat ilmu. Dimensi sosial akhir-akhir ini dilihat sebagai elemen penting dalam pemahaman kognisi manusia dan bagaimana fungsinya. Akan tetapi dimensi sosial belum sepenuhnya diterima dalam filsafat Pendidikan matematika. Di lain pihak, tidak ada keyakinan pernyataan macam apa yang mengklaim bahwa dimensi sosial dalam teori pendidikan matematika lebih menonjol dibandingkan dengan dimensi psikologis. Fokus author adalah untuk memahami keberhasilan dan kegagalan pengembangan teori pendidikan matematika yang berfokus pada sosial, bukan pada psikologis. Subjek penelitian dalam artikel ini adalah siswa pada tingkat Pendidikan Dasar. Author menekankan faktor sosial dan psikologis saling terkait dan bisa dideteksi dengan tiga Langkah, yaitu 1) pemikiran konseptual dihubungkan ke interaksi sosial dan lingkungan sosiokultural; 2) pengenalan dampak pola interaktif dan diskursif; 3) ketertarikan pada psikologi sosial (Piagetian

menuju perspektif Vygotsky). Penelitian selanjutnya dapat menyempurnakan tulisan ini dengan meneliti persepektif etnomatematika pada konteks sosial dan budaya yang terkait dengan social justice agar bisa mengkaji lebih dalam interaksi psikologi dan Pendidikan matematika melalui *discovery of the social*.

Kata kunci: Pendidikan matematika, psikologi, inetraksi, filsafat ilmu, dimensi sosial

PENDAHULUAN

Artikel ini mereview artikel Karen Francois, Kathleen Coessens and Jean Paul Van Bendegem (2012) yang berjudul *“The Interplay of Psychology and Mathematics Education: From the Attraction of Psychology to the Discovery of the Social”*. Dalam artikel ini, author berpendapat bahwa tindakan seseorang berkaitan erat dengan *“mirror neuron”*. Menurut author *“mirror neuron”* merupakan representasi simbolis dari pandangan seseorang. *“Mirror neuron”* adalah neuron yang *“fire”* ketika kita melakukan suatu tindakan dan ketika kita mengamati orang lain melakukan tindakan yang sama (Rizzolatti, 2005),(Bird, 2012). Mekanisme *“mirror”* bukan hanya sistem *“mirror”* motorik dan gerak tubuh, tetapi dianggap juga bertanggung jawab atas hubungan antara bahasa dan gerak tubuh sebagai mekanisme neurofisiologis yang dapat menciptakan hubungan antar individu yang berkomunikasi. Dengan demikian *“mirror neuron”* menjelaskan pemahaman dan intensionalitas setiap individu yang kompleks, yakni semua proses sosial-psikologis mengenai tindakan, imitasi, empati, bahasa, dan pemahaman matematika. Penemuan *“mirror neuron”*

menjelaskan tentang kognisi sosial dan mengisi mata rantai yang telah lama hilang antara psikologi dan sosial. Dalam satu kalimat inilah inti permasalahannya, yaitu dengan mengindividualisasikan dan dengan mengisolasi manusia secara sosial, maka aspek-aspek sosial perlu dijelaskan.

Dengan kata lain, perlu ditunjukkan, dijelaskan, dan dibenarkan mengapa individu (egosentris) cenderung berkolaborasi daripada saling menyingkirkan. Dengan adanya "*mirror neuron*" para ahli biologi, psikolog evolusioner dan psikolog umum berpendapat bahwa sosial juga dapat ditemukan secara harfiah di dalam individu. Dengan cara yang baik, sosial telah diperkenalkan tetapi segera dikurangi pada tingkat neurologis ke individu. Padahal sebenarnya "*mirror neuron*" membutuhkan *neuron* individu lain.

Jadi, bukankah lebih mungkin kita berevolusi "*mirror neuron*" karena kita adalah makhluk sosial daripada sebaliknya? Jika terjadi sebaliknya, pertanyaan 'Siapa yang paling pintar di antara mereka (masing-masing individu)?' tidak lagi menarik, karena jawabannya membutuhkan peringkat. Apa yang membuat mereka semua (masing-masing individu) pintar?' tampaknya topik yang lebih tepat untuk dibahas. Dalam artikel ini, author menganalisis bagaimana interaksi antara psikologi dan pendidikan matematika telah diubah fokusnya dari individu ke perspektif sosial.

Ada beberapa poin yang dibahas oleh author dalam artikel ini, antara lain: 1) bagaimana filsafat ilmu merangkul ilmu sosial dan psikologis; 2) bagaimana filsafat matematika

menolak untuk melakukan apa saja; 3) *How to Vygotsky a Piaget in education?*; 4) kasus dalam pendidikan matematika; 5) daya tarik psikologi; 6) lebih dari sekedar *psychological*.

Bagaimana Filsafat ilmu merangkul Sosial dan Psikologis

Pada bagian ini author memfokuskan bagaimana dimensi sosial dari proses ilmiah diterima sepenuhnya sebagai bahan yang penting untuk menjelaskan dan memahami proses filsafat ilmu. Menurut author hal tersebut merupakan sesuatu yang wajar untuk dikaji atau bahkan harus dipelajari. Dalam hal ini, bagaimanapun referensi diperlukan, misalnya *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, akan lebih lengkap jika search di <http://plato.stanford.edu>. Pengkajian yang mencakup pendekatan filsafat ilmu lebih terbuka dan menyebutkan Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend, Larry Laudan, dan sebagainya, tetapi jelas bahwa Robert K. Merton sebagai pendiri sosiologi sains dan Derek de Solla Price sebagai pendiri sciento dan bibliometrics (Inprasitha et al., 2021). Selain itu, para ilmuwan tersebut tidak bisa dan tidak boleh mengabaikan *School of Edinburgh*, yaitu para pengelola “*strong programme*” yang mendorong dampak sosial sesuai dengan batasannya dengan anggota utamanya adalah David Bloor, Barry Barnes, Trevor Pinch dan masih banyak lagi. Hal ini juga sebaiknya menyebutkan pendekatan sejarah ilmu dan sosiologi ilmu yang lebih terbuka dari para penulis seperti Steven Shapin serta kontribusi kontinental dari peneliti seperti Bruno Latour dan Isabelle Stengers (François et al., 2012).

Selanjutnya, author menuliskan pertanyaan “Tapi kenapa ini? Mengapa ternyata begitu banyak peneliti yang menjadikan proses ilmiah sebagai topik kajian?”. Mereka (para peneliti) percaya bahwa dimensi sosial memang penting untuk mencapai pemahaman tentang apa yang sedang terjadi. Setidaknya ada dua kekuatan yang bekerja di sini (Prins, 2019). **Pertama**, kegagalan semua pendekatan yang mengesampingkan sosial, hanya fokus pada hasil akhir proses ilmiah, yaitu teori-teori ilmiah atau mengurangi eksperimen untuk standar laporan. Singkatnya, setiap upaya pengurangan linguistik, sebagian besar independen dari pembicara (bahkan untuk individu ilmuwan sendiri sekalipun, perlu terlihat dalam pendekatan tersebut). Menurut author, merupakan hal yang penting untuk mengutip pendiri Filsuf sains Amerika yaitu Thomas Kuhn. Hal ini dilakukan untuk melihat seberapa baik pengenalan sosial cocok dengan upaya untuk menyelesaikan kegagalan. Memang tidak begitu banyak kegagalan yang terjadi, hanya sementara belaka sehingga tidak terlalu sulit untuk diselesaikan (Bird, 2012).

Untuk kekuatan pertama dalam mencapai pemahaman ini, author menuliskan tentang sejarah semua pendekatan yang mengesampingkan sosial. jika dilihat sebagai *repository* yang hanya sekadar anekdot atau kronologi dapat menghasilkan transformasi yang menentukan dalam citra sains. Gambaran seperti itu telah dilukiskan oleh para ilmuwan dari studi pencapaian ilmiah. Seperti yang dicatat dalam karya klasik pada masa itu dalam buku teks pada setiap generasi ilmiah. Dalam hal ini, mereka baru belajar mempraktikkan dalam perdagangan. Namun, tak pelak lagi

tujuan dari buku-buku semacam itu adalah persuasif dan pedagogis. Sebuah konsep ilmu pengetahuan yang diambil dari mereka kemungkinan besar tidak cocok dengan perusahaan yang memproduksinya. Kemungkinan lebih cocok gambar budaya nasional yang diambil dari brosur wisata atau teks bahasa. Melalui esai ini, author mencoba menunjukkan bahwa kita telah disesatkan oleh karya-karya klasik secara mendasar. Tujuannya adalah sketsa konsep pengetahuan berbeda yang dapat muncul dari catatan sejarah kegiatan penelitian itu sendiri (Jakobsen, n.d., 2009).

Tetapi kekuatan **kedua** mungkin lebih penting, yaitu perubahan aktual dalam struktur sosial ilmu pengetahuan itu sendiri. Bahkan pandangan yang agak naif pada masalah ini memperjelas bahwa sementara mungkin untuk abad ke-19 orang dapat mengklaim bahwa sains dipraktikkan oleh sebagian besar pria dan sebagian wanita yang berkomunikasi langsung satu sama lain. Dengan demikian dapat menjamin kualitas hasil ilmiah para peneliti, tidak mungkin mempertahankan pandangan yang sama pada abad ke-20. "*Big Science*" modern, di mana unit dasarnya bukan lagi individu ilmuwan tetapi sekelompok ilmuwan sering kali mengkombinasikan insinyur, teknisi, dan personel pemeliharaan. Contoh standar adalah proyek Los Alamos yang menghasilkan bom atom pertama, tetapi perusahaan Large Hadron Collider (LHC) di Jenewa juga memproduksi hal yang serupa. Terkait dengan perkembangan ini, fenomena seperti "*multiple discoveries*" (yang melihat 'klasik' di lapangan, yaitu Lamb dan Easton, 1984)(Wilson, 2001). Oleh karena itu, diperlukan kerangka sosial untuk melihat bagaimana mungkin di beberapa

tempat dunia ini, pada waktu yang hampir bersamaan, penemuan yang sama (atau sangat mirip) dibuat (dan pengamatan itu juga mencakup matematika). Biasanya penjelasan datang dalam hal jaringan yang saling berhubungan, di mana upaya individu dapat ditelusuri kembali ke sumber yang sama. Fenomena seperti itu tidak dapat direduksi menjadi penjumlahan kontribusi individu dan sebaiknya tidak berhenti pada fenomena seperti itu saja. Karya Nancy Nersessian terutama dalam bukunya yang terbaru tahun 2008, menunjukkan bahwa penciptaan konsep ilmiah tidak dapat dipahami dengan baik kecuali apabila memperhitungkan sosial (Nersessian, n.d., 2008).

Pertimbangan sebelumnya tidak bertentangan dengan fakta bahwa ada subdomain studi sains yang berkembang pesat yang berfokus pada level psikologis. Tidak peduli seberapa sosial ilmuwan itu, ketika dia melakukan sains, dia melakukan dan memikirkan hal-hal tertentu di kepalanya yang agak spesifik. Jadi psikologi individu kognitif memang memiliki sesuatu untuk dikatakan di sini. Sebuah contoh yang dipelajari dengan baik terkait dengan konteks penemuan adalah fenomena *serendipity* (kebetulan), yaitu menemukan sesuatu yang tidak dicari. Ternyata, seseorang sebenarnya mencarinya, tetapi tidak menyadarinya. Sebaliknya ilmuwan memfokuskan pada tema yang sebagian besar memandu penelitian. Tetapi, pada saat yang sama tampak jelas bahwa psikologi sains tidak dapat melakukannya tanpa sosiologi. Dengan demikian, tidak mengherankan untuk melihat bahwa dalam konteks yang lebih luas, studi dalam epistemologi sosial dan kognisi sosial perlu dipelajari (Fuller, 1996). Dengan kata lain, tidak ada

indikasi bahwa pengurangan dari sosial ke tingkat psikologis individu dianggap menarik apalagi dapat dicapai. Artikel ini memaparkan 'daya tarik psikologi', sehingga tidak ada sesuatu yang sangat menarik tentang psikologi sains.

Bagaimana Filsafat Matematika Menolak Untuk Melakukan Apa Saja

Pada bagian ini author menyatakan bahwa klaim sosial diterima sepenuhnya dalam filsafat matematika merupakan klaim yang tidak aman. Peneliti tertarik untuk menghasilkan penjelasan secara sosiologis mengapa matematika dan sains begitu berbeda. Tidak hanya dalam praktik aktual dari disiplin itu sendiri tetapi juga dalam praktik yang mempelajari domainnya. Filosofi matematika sebagai arus utama masih mengabaikan dimensi psikologis dan sosial ketika mendeskripsikan tentang matematika. Dari perspektif absolutis, seseorang pada dasarnya mencari deskripsi tentang kebenaran matematis yang abadi. Dengan demikian, tidak dapat terlepas dari individu sehingga tentu saja melibatkan sosial. Mencoba memasukkan individu ke dalam gambaran perspektif sosial merupakan tantangan nyata. Meskipun banyak upaya telah dilakukan dan studi masa kini dalam praktik matematika (bukan teori dasar matematika) tampaknya menjadi 'menarik.' (baik dalam arti psikologis maupun matematis). Misalnya, Van Kerkhove dan Van Bendegem, 2007; Mancosu, 2008; Van Kerkhove, De Vuyst dan Van Bendegem, 2010; Van Bendegem, Giardino, Moktefi dan Mols, 2012; Van

Kerkhove dan Van Bendegem, 2012. Disiplin ilmu yang muncul ini sangat baru pada waktu itu sehingga sulit tidak untuk mengatakan tidak mungkin untuk menentukan hubungan antara psikologi dan studi sosial matematika. Fitur paling mencolok yang harus ditekankan adalah bertolak belakangnya antara studi sains dan studi matematika.

Menurut Penulis, selama seseorang tetap berada dalam batas aman dari domain matematika murni, maka akan mempertahankan penolakan terhadap aspek psikologis dan sosial matematika. Aspek sosial dan psikologis mengatakan bahwa matematika bukanlah fenomena yang terisolasi. Hal ini merupakan pengamatan yang paling jelas untuk dilakukan karena matematikawan adalah manusia. Mereka memiliki rentang hidup yang terbatas dan karena tidak ada orang yang terlahir sebagai matematikawan sejati, maka kita memasuki domain pendidikan matematika secara alami dan demikian pula domain penelitian pendidikan. Apakah pikiran abadi tanpa tubuh dari ahli matematika tidak secara rutin terlibat dalam konflik langsung dengan komponen psikologis dan sosial yang tak terhindarkan dari teori pendidikan apa pun? Setiap jawaban atas pertanyaan ini mengharuskan kita memiliki kerangka kerja untuk menghilangkan konflik.

How to Vygotsky A Piaget in Education?

Pada bagian ini, author mendeskripsikan tentang pengamatan awal dalam perkembangan pembelajaran manusia dan proses kreatif, peran proses interaktif sosial

dan peran proses psikologis sangat terkait. Seberapa berbeda hal tersebut dan bagaimana kita dapat mengevaluasi dan bagaimana interaksinya? Hal ini merupakan pertanyaan-pertanyaan yang masuk akal, yang menarik minat pada dalam penelitian pendidikan. Menurut author, merupakan pengamatan penting adanya masyarakat dengan tuntutan yang berkembang dari dunia ilmiah. Hal ini berfungsi sebagai standar pencapaian yang objektif dan terukur dengan harapan dapat disajikan dalam keterampilan kinerja. Standar-standar tersebut terkait dengan keterampilan kinerja yang seharusnya dalam sains atau matematika terkait dengan kebutuhan masyarakat dan kebijakan. Dengan demikian, ketika mempertimbangkan proses interaktif sosial dan aspek perkembangan psikologis, kita perlu melihat domain pengetahuan 'objektif' dari matematika 'murni'. Hal ini diterjemahkan ke dalam implementasi kurikuler dan pedoman pendidikan yang perlu memenuhi harapan.

Sama seperti penelitian pendidikan itu sendiri umumnya, diinformasikan oleh niat yang dipimpin oleh kebijakan dan diminta untuk menjelaskan apa yang bisa menjadi masukan terbaik dalam meningkatkan potensi anak-anak. Hal ini membawa faktor lain, yaitu kurikulum, lapisan *top-down* dalam mendistribusikan pengetahuan, tetapi proses *bottom-up* dalam implementasinya dalam pengaturan pendidikan, karena kurikulum menjadi hidup di kelas (François et al., 2012). Kompleksitasnya tergantung pada faktor sosial, perkembangan psikologis, domain pengetahuan, kebutuhan sosial dan konteks masyarakat umum, kurikulum yang dipaksakan, dan juga hal-hal yang

tersembunyi dari aspek tersebut. Penulis mengajak kita memikirkan misalnya aspek tersembunyi dari kurikulum (matematika), menyiratkan sistem kepercayaan, budaya dan professional yang guru sadar atau tidak sadar membawa mereka ke tugas pelaksanaan kurikulum dan secara langsung berdampak pada pengalaman matematika di kelas' (Macnab, 2000, p. 66). Setiap faktor-faktor tersebut menyembunyikan meta interaksi dengan faktor-faktor lain dan dengan konteks spatio-temporal tertentu. *Last but not least*, Penullis mengajak kita memikirkan hal ini sebagai model untuk menjelaskan kompleksitas dan distorsi kontekstual bergantung pada tradisi yang berbeda. Asumsi yang tidak memadai dan kurangnya kriteria yang jelas dan konsep, seperti yang akan dikembangkan di bawah ini dalam merefleksikan kompleksitas dalam pendidikan matematika. Pertimbangan ini menggarisbawahi masalah sosial ke dalam pertanyaan pendidikan yang berkaitan dengan bagaimana memperoleh dan meningkatkan pengetahuan terkait dengan banyak faktor.

Dalam upaya untuk mengatasi kompleksitas hubungan interaksi sosial dan proses psikologis kognitif yang dijelaskan di atas, author menyarankan mungkin bermanfaat untuk kembali ke asal-usul teori psikologis di bagian pertama abad ke-20, ketika pandangan Piaget Eropa Barat dan Rusia, (Vygotskiĭ, 1994) tentang perkembangan anak dikembangkan. Kedua pandangan ini telah menghasilkan warisan yang sangat kontras. Di mana yang pertama menekankan hak istimewa langkah-langkah psikologis individu dalam perkembangannya, yang kedua menekankan gerakan dari pertukaran antar psikologis

interpersonal menuju akuisisi wawasan baru intra psikologis atau intrapersonal. Vygotsky memang menekankan tidak hanya dimensi sosial dari perkembangan konseptual individu, tetapi juga pentingnya 'Zona Proksimal Development' (ZPD) dalam proses pembelajaran, yakni apa yang berada di luar jangkauan individu dapat diakses secara kognitif bahkan dengan masukan yang tidak kentara dari seorang kolaborator, interaksi bersama, atau gerakan tubuh.

Wertsch menggambarkan ZPD sebagai jarak antara 'tingkat perkembangan aktual' yang ditentukan oleh pemecahan masalah secara independen dan tingkat yang lebih tinggi dari pengembangan potensi sebagaimana ditentukan melalui pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau bekerja sama dengan rekan-rekan yang lebih mampu ((Wertsch, 1996). Aspek penting lainnya dari wawasan Vygotsky berhubungan dengan konteks sosial budaya. Tingkat perkembangan pemikiran konseptual langsung terhubung ke tingkat interaksi sosial yang tertanam dalam konteks sosiokultural tertentu, yaitu untuk mengirimkan beberapa pengalaman atau konten kesadaran kepada orang lain dengan menganggap konten dari kelas yang dikenal ke kelompok fenomena yang dikenal '(Wertsch, 1996). Sebagai seorang peneliti, Vygotsky harus mengikuti (untuk kebutuhan kebijakan dan propaganda Rusia) evolusi populasi Siberia, yang pada akhirnya ruang waktu yang sangat singkat telah tenggelam dalam hal yang tidak dikenal dan sistem sekolah impor. Vygotsky mengamati bagaimana pendidikan formal secara progresif memungkinkan individu untuk menangani dan

memahami kategori dan pernyataan yang lebih dekontekstualisasi. Pergeseran alat kognitif dan konseptual, proses abstraksi 'ilmiah' muncul di lingkungan ini, di mana tindakan, interpretasi, dan kreasi berubah dengan cara baru dan berbeda dengan masuknya penggunaan tanda dan ucapan secara ilmiah dan pendidikan (Vygotsky, dalam (Wertsch, 1996).

Secara historis, sudut pandang Piaget menyiratkan psikologi perkembangan berpusat pada anak, mendominasi pemikiran dan pendidikan sains barat sepanjang abad ke -20, terutama karena karya-karya Vygotsky hanya secara bertahap diterjemahkan dalam bahasa Rusia. Pergerakan ide-ide dari psikologi sosial menuju domain khusus pendidikan sains membutuhkan waktu yang lama. Namun, dalam dua dekade terakhir penelitian Vygotsky masuk secara mendalam ke dalam penelitian pendidikan matematika, di mana penelitian pada saat itu semakin berfokus pada dua elemen, yaitu kemampuan kognitif pribadi dan interaksi kolaboratif. Hal tersebut dilihat sebagai dua sisi mata uang yang sama (Perret-Clermont, 2001) terutama dalam konteks vital pemecahan masalah (Bishop, 1986); (Cobo & Fortuny, 2000).

Kasus dalam Pendidikan Matematika

Menurut author, dalam perkembangan penelitian tentang pendidikan matematika kita dapat mengamati ketegangan dalam psikologi secara luas. Pada bagian **pertama** dimulai dengan deskripsi kelompok Psikologi Pendidikan Matematika/*Psychology of Mathematics Education* (PME) dan penjelasan bagaimana psikologi

menjadi menarik di bidang penelitian. Pada bagian **kedua** akan diselidiki gerakan-gerakan di luar psikologi. Pada Tabel 1 penulis memberikan gambaran kronologis tentang perubahan peran psikologi dalam pendidikan matematika.

Tabel 1. Perubahan Peran Psikologi dalam Riset Bidang Pendidikan Matematika

Konteks	Periode	Keterkaitan antara Psikologi dan Konten Pendidikan Matematika	Konten
Sebelum 1975	Barat	Pemisahan	Absolutisme: Matematika dipandang sebagai domain deduktif formal yang ketat
Sejak 1975	Barat	Atraksi Psikologi individu	Humanisme: Matematika dipandang sebagai praktik kreatif manusia dengan memperhatikan peran kreativitas, intuisi dan heuristic Mengurangi pertanyaan sosial dan kelembagaan ke tingkat individu.
Sejak 1985	Barat	Bergerak lebih jauh Mengadopsi sosiologi Psikologi sosial	Perhatian pada konteks yang lebih luas dari peserta didik, misalnya variabel di luar sekolah.
Sejak 1985	Non-Barat	Pemisahan	Tumbuhnya minat dari perspektif etnomatematika pada konteks sosial dan budaya pembelajaran terkait dengan keadilan sosial.
Sejak 2000	Barat	Bergerak lebih jauh	Perhatian pada dampak interaksi sosial dalam pemecahan masalah dan pengaruhnya terhadap pelajar dari sudut pandang kognitif
Sejak 2010	Non-Barat	Daya tarik psikologi sosial	Perhatian pada masalah pedagogis dan individu dari proses pembelajaran

Pada tabel 1. terlihat bahwa sebelum tahun 1975 di periode barat terjadi pemisahan antara psikologi dan konten pendidikan matematika. Secara absolute, matematika dipandang sebagai domain deduktif formal yang ketat. Sejak tahun 1975 mulai terlihat daya tarik antara psikologi dan konten Pendidikan matematika. Matematika dipandang sebagai praktik kreatif manusia dengan memperhatikan peran kreativitas, intuisi, dan heuristic. Pada masa ini lebih ditekankan psikologi individu daripada sosial. Sejak 1985 di periode barat telah bergerak lebih jauh dan mengadopsi psikologi sosial dengan konten yang memperhatikan konteks lebih luas dari peserta didik, misalnya variable di luar sekolah. Sedangkan di periode non barat telah terjadi pemisahan antara psikologi dan konten pendidikan matematika, yakni mulai tumbuh minat dari perspektif etnomatematika pada konteks sosial dan budaya dalam pembelajaran. Pada tahun 2000 di periode barat telah focus pada interaksi sosial dalam pemecahan masalah dan pengaruhnya terhadap peserta didik dari sudut pandang kognitif. Sedangkan periode non barat telah tertarik pada psikologi sosial, fokus pada masalah pedagogis dan individu dalam pembelajaran.

Daya Tarik Psikologi

Author menuliskan bahwa sejak tahun 1976, dengan berdirinya *International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, psikologi telah menjadi salah satu perspektif terpenting dari mana pendidikan matematika ditafsirkan, dianalisis, dan diselidiki. Tujuan utama dari PME adalah untuk memajukan pemahaman yang lebih dalam dan lebih benar tentang aspek psikologis

dari pengajaran dan pembelajaran matematika dan implikasinya. Psikologi pendidikan matematika berusaha memahami apa yang dihadapi peserta didik ketika menghadapi matematika dan menganggap bahwa matematika memiliki psikologi tersendiri. Siswa dan guru dipandang memiliki ide sendiri-sendiri tentang matematika dalam pembelajaran. Jika guru ingin memahami bagaimana mata pelajaran matematika dilihat dari perspektif pelajar, maka harus lebih siap untuk mengajar matematika.

Berdasarkan analisis persamaan dan perbedaan antara matematika dan psikologi, anggota PME berpendapat bahwa kedua bidang tersebut harus berkomunikasi dan bekerja sama demi peningkatan pendidikan matematika (Fuller, 1996). Butuh waktu lama sebelum aktivitas psikologi matematika dan pendidikan matematika menjadi domain penyelidikan ilmiah. Hal ini merupakan pertanyaan yang menarik mengapa membutuhkan waktu yang lama. Apakah, seperti yang disebutkan sebelumnya, yaitu matematika itu sendiri atau teori pendidikan matematika? Atau apakah mereka kebetulan saling mendukung? Penulis memilih untuk tidak memperdebatkan bahwa persepsi matematika (karena representasinya) mempengaruhi cara matematika diajarkan di sekolah dan cara pendidikan matematika diteliti.

Matematika secara tradisional dianggap hanya sebagai formalitas yang ketat, domain deduktif dan psikologi termasuk dalam ilmu-ilmu empiris. Domain penelitian masing-masing tampaknya sangat berbeda pada pandangan pertama. Namun, penelitian tentang praktik matematika menunjukkan peran kreativitas, intuisi, dan

segala macam heuristik “*quick and dirty*” pada tingkat pikiran yang tidak disadari ketika konsep matematika ditemukan (discover, dibangun). Tampaknya ahli matematika hanya mengingat bagian deduktif dari pekerjaan ini, yaitu fase pengujian matematika, konsep atau bukti (Aberdein, 2009). Mekanisme yang sama sedang bekerja di pendidikan matematika. Banyak perhatian diberikan di kelas matematika sebagai sistem deduktif murni di mana siswa dilatih untuk melakukan aktivitas tertentu yang berulang, membosankan dan tanpa pikiran (François & Kerkhove, 2010). Siswa tidak diberi kemungkinan untuk mengalami sendiri penemuan matematika (penemuan, konstruksi). Dari pandangan filosofis absolut, matematika sekolah disajikan sebagai produk siap pakai yang selalu ada dan sekarang harus dilatih dan diulangi oleh siswa (Ernest, 1991). Hanya produk akhir, organisasi aksiomatik dari kumpulan pengetahuan matematis (eteris). Perbedaan dari organisasi biasa dan sebagian besar ilmu empiris adalah terkait dengan matematika, praktik matematika dan mengerjakan matematika di sekolah. Melihat dari perspektif filosofis humanistik pada matematika, bagaimanapun, ada lebih banyak kesamaan antara matematika dan ilmu empiris matematika, asalkan seseorang mengambil tahap mengatasi masalah ke dalam akun yang tepat. Pada tahap konstruktif ini, seseorang berhipotesis, menebak, mencoba, bereksperimen secara mental, belajar dari induktif temuan dan dari analogi, menggunakan kreativitas dan intuisi. Kesadaran akan kesamaan ini berkontribusi pada munculnya psikologi matematika dan pendidikan

matematika (Fischbein, 1990). Sejak ahli matematika dan psikologi menyadari akan pertumbuhan kreatif matematika dan kemajuan proses pembelajaran kreatifnya, psikologi menjadi menarik untuk dipelajari dalam pembelajaran matematika.

Lebih Dari Sekedar Psikologis

Menurut pandangan author, fokus penelitian utama pendidikan matematika dari perspektif psikologi adalah pembelajaran dan pengajaran matematika secara individu serta pentingnya psikologi kognitif. Penelitian pendidikan matematika tetap fokus pada perspektif individualistis, mengurangi sosial, dan pertanyaan kelembagaan ke tingkat individu. Namun, selama dekade terakhir kita dapat mengamati tren dan alat baru dalam penelitian gerakan PME. Membandingkan dua volume PME memberikan gambaran masa lalu, sekarang dan masa depan PME, sehingga orang dapat mengamati evolusi yang menarik. **Volume pertama** (Selden & Selden, 2013) melaporkan langkah-langkah pertama menjelajahi domain di antara matematika dan psikologi dan minat yang tumbuh dalam aspek psikologis dari pembelajaran matematika, mengurangi pertanyaan sosial dan kelembagaan ke tingkat individu. Dalam volume ini fokus pada dimensi sosial dari proses pembelajaran disebutkan sebagai area yang kemungkinan akan memainkan peran utama dalam orientasi ilmiah PME di masa depan.

Author berpendapat bahwa status sosial dari pengetahuan yang akan dipelajari dan peran penting dari interaksi sosial dalam proses pengajaran membuat dimensi

sosial menjadi pertimbangan penting untuk penelitian. Salah satu langkah utama pengembangan penelitian dalam psikologi pendidikan matematika adalah gerakan dari studi yang berpusat pada anak menuju studi yang berpusat pada siswa sebagai pembelajar di dalam kelas (orisinal penekanan) (Balacheff et al., 1990, hal.136). Dengan penekanan ini, area sosial di sekitar anak diperhitungkan, meskipun masih berada di dalam kelas. Saat ini kita dapat mengamati perluasan dari pengertian 'dimensi sosial', di mana wilayah sosial akan diperluas ke isu-isu di luar sekolah. **Volume kedua** (Gutiérrez dan Boero, 2006), dengan ikhtisar 30 tahun keberadaan PME, melaporkan minat yang tumbuh dalam pengaruh budaya dan masyarakat yang lebih luas pada pengajaran dan pembelajaran matematika. Dalam tinjauan umum ini, satu bagian dikhususkan untuk penelitian tentang aspek sosial pendidikan matematika. Artikel-artikel dalam bagian ini melaporkan aspek-aspek sosial seperti pengaruh gender, kesetaraan, konstruktivisme, faktor-faktor sosial dan budaya lainnya yang mempengaruhi pembelajaran matematika. Pendidikan matematika berlangsung dalam masyarakat tertentu, lembaga tertentu, ruang kelas tertentu dengan berbagai tujuan mulai dari pendidikan warga negara berpangkat tinggi hingga pendidikan matematikawan masa depan (Fuller, 1996). Di pertengahan tahun 1980-an, Alan Bishop (1985) yang pertama kali menekankan dampak kontekstual, pengaruh sosial budaya dan sejak tema penelitian sosial budaya mendapatkan pijakan dalam domain Psikologi dan Pendidikan Matematika. Langkah pertama ini adalah titik awal untuk

lebih menekankan pada kondisi alami pelajar, bukan elemen kognitif murni seperti yang ditentukan dalam konteks laboratorium (Gutiérrez & Boero, 2006). Dari momen penting ini, aspek sosial muncul menghasilkan tren penelitian sosial budaya yang lebih kuat dalam pendidikan matematika (Macnab, 2000).

Dalam artikel ini, author menuliskan bahwa (Bishop, 1986) membedakan lima tingkat signifikan pada penelitian tentang dimensi sosial pendidikan matematika, dari perspektif makro (budaya) ke perspektif mikro (individu). Level-level ini harus dipahami sebagai lima dimensi yang terjalin daripada level-level yang terpisah dan tersusun secara hierarkis. **Pertama**, sebagai tingkat budaya, menekankan cara sejarah dan perkembangan ide-ide matematika tertanam dalam budaya (misalnya mengapa dan bagaimana absolutis versus humanistik. filsafat matematika yang berkembang dalam budaya barat). **Kedua**, tingkat masyarakat, menyelidiki pengaruh berbagai lembaga dalam masyarakat yang peduli dengan pendidikan matematika. Beberapa dari mereka secara formal peduli dengan pendidikan (misalnya kementerian pendidikan) tetapi banyak yang tidak (misalnya industri). **Ketiga**, level institusional. Level penelitian pada tingkat ini mencari pengaruh dalam sistem sekolah yang mendesak untuk mencapai target kurikulum matematika. Pertanyaan sentral pada tingkat ini adalah mekanisme (tersembunyi) bagian mana yang membuat perbedaan bagi pelajar? Misalnya pengaruh budaya sekolah, bahasa pengantar dll (Clarkson & Presmeg, 2008). Dengan tingkat **keempat**, memasuki kelas. Penelitian yang paling penting di tingkat pedagogis

menyangkut didaktik pendidikan matematika. Akhirnya (Bishop, 1986) menunjuk ke tingkat **kelima**, individu sebagai domain penelitian dari studi sosiologis pendidikan matematika. Fokus pada tingkat ini adalah pada pelajar dari perspektif sosial.

Penelitian pada tingkat yang lebih rendah ini, yaitu pedagogis dan individu yang sebagian besar dipraktikkan oleh Psikologi Sosial. Topik penelitian di bidang ini berkaitan dengan motivasi sosial belajar matematika, ketakutan akan matematika, ketakutan akan sukses, memilih untuk tidak berhasil agar berhasil dan diterima oleh teman sebaya pada remaja, persepsi guru terhadap murid, gaya belajar siswa, konsep diri pelajar, kognisi sosial, interaksi sosial dalam proses pembelajaran, dll. Dalam dekade terakhir, perspektif sosial dalam pendidikan matematika ini juga menjadi terfokus pada elemen diskursif dan interaktif. Para peneliti bertanya 'ke dalam model pertukaran yang dihasilkan dan cara mereka menggabungkan seluruh proses solusi' (Cobo & Fortuny, 2000). Bagaimana aksi antar bersama berkontribusi pada peningkatan kreativitas dan pengetahuan matematika? Hal ini merupakan langkah yang menarik, yang melihat aspek sosial pendidikan matematika dan memperluas psikologis ke arah interaksi sosial dan kolaboratif antara matematikawan atau antara siswa dalam pengaturan pendidikan matematika. Hal ini menghubungkan aspek psikologis pembelajaran pribadi dan proses kognitif dengan pengaturan sosial dalam pemecahan masalah. Dengan demikian dapat meningkatkan pemahaman tentang

transmisi pengetahuan, penemuan dan interaksi, baik di tingkat individu maupun tingkat sosial.

Author memberikan contoh bagaimana interaksi antara proses kognitif dan tindakan kolaboratif serta refleksi dalam dunia matematika dalam analisis oleh (Cobo & Fortuny, 2000), yang melihat ekspresi linguistik, komunikasi, dan konstruksi bersama dalam pemecahan masalah matematika. Dengan menanyakan elemen komunikatif dari interaksi antara siswa dalam pengaturan kolaboratif pemecahan masalah matematika, Cobo dan Fortuny menemukan bagaimana intervensi individu, berdasarkan konstruksi kognitif pribadi dalam tindakan kelompok dapat menyebabkan pertukaran dan kontribusi berturut-turut antara konstruksi kognitif individu dan interaksi kooperatif. Mereka (Cobo dan Fortuny) juga menemukan wawasan baru lebih lanjut dengan mengevaluasi interaksi ini. Hasil mereka memperkuat perspektif interaksionis, yaitu tidak hanya siswa telah memecahkan masalah secara kolaboratif, tetapi komunikasi menguntungkan wawasan kognitif mereka sendiri (siswa) dan menghasilkan ide-ide baru. Contoh lain ditawarkan oleh analisis Barwell tentang penggunaan retorika dalam pemecahan masalah matematika bersama (Barwell, 2003). Dengan menggunakan model psikologi diskursif, praktik kolaboratif peserta dan aspek interaktif konstruksi pemikiran matematis dievaluasi. Selain itu, struktur keyakinan dan sikap dapat muncul ke depan dalam pendekatan ini dan dengan demikian menegaskan sikap epistemologis yang lebih relativis terhadap matematika, serta mengatasi ketegangan antara wacana matematika dan

matematika itu sendiri (Barwell, 2003). Jenis penelitian ini menawarkan sepotong teka-teki 'psikologis sosial', mengingat interaksi sosial sebagai pembawa pengetahuan matematika dan peningkatan pemecahan masalah. Tetapi dengan sendirinya mempertimbangkan proses psikologis sosial tanpa memperhitungkan konteks sosial budaya yang lebih luas.

Menurut author, penelitian pada tingkat atas dari dimensi sosial pendidikan matematika yaitu tingkat budaya, sosial dan kelembagaan terutama dilakukan di bidang Pendidikan Matematika Kritis dan bidang matematika Etnomatik. Meskipun *Ethnomathematics* adalah program penelitian kritis dan praktik kritis dalam kaitannya dengan pendidikan matematika, dalam literatur masih dianggap berbeda dari apa yang disebut Pendidikan Matematika Kritis (Fuller, 1996). Pendidikan Matematika Kritis berasal dari elemen masyarakat teknologi tinggi Barat yang mengkritik gagasan kemajuan dan menantang berbagai bentuk penindasan dan pengucilan, misalnya penindasan berdasarkan kelas dan gender (Wilson, 2001).

Asal usul Etnomatematika adalah di pasca koloni yang menentang mengimpor kurikulum Barat daripada mengembangkan praktik matematika secara pribadi yang bisa menjadi dasar instruktif untuk evolusi pendidikan matematika dalam konteks mereka sendiri. Program penelitian tentang Etnomatematika berakar di Brasil, São Paulo. Ubiratàn D'Ambrosio (lahir 1932), seorang matematikawan dan filsuf pendidikan matematika yang dianggap sebagai bapak intelektual *Ethnomathematics*.

Sejak saat itu etnomatematika menjadi praktek umum di seluruh dunia (François & Kerkhove, 2010).

Menurut author, gagasan Ethnomathematics berkembang dari pemahaman konsep yang lebih lama, yaitu 'eksotis' yang berkaitan dengan praktik matematika. Orang yang tidak melek huruf menjadi berminat dalam praktik matematika dari semua jenis kelompok, termasuk praktisi matematika akademisi Barat (François et al., 2012). Dari perspektif yang lebih umum ini, matematika dipandang sebagai praktik manusia yang muncul dan berkembang dalam konteks sosial budaya. Pengembangan, transmisi dan distribusi pengetahuan matematika adalah proses yang dinamis, melekat dalam waktu dan budaya. Apa yang disebut matematika akademis Barat itu sendiri berkembang dalam konteks tertentu pada waktu itu. Perbedaan antara Pendidikan Matematika Kritis dan Ethnomathematics telah menjadi kabur, karena kita dapat menemukan pekerjaan penelitian 'antara' keduanya, misalnya penelitian tentang stereotip kelompok tertentu dalam masyarakat non-Barat (François et al., 2012) dalam Kelompok Internasional untuk Psikologi Pendidikan Matematika. Diskusi dan kelompok kerja menyelidiki isu-isu gender. Hal ini berbagi penelitian terobosan yang muncul dari berbagai negara dan dari perspektif budaya yang berbeda, termasuk minat gender dari bidang penelitian Pendidikan Matematika Kritis.

Kita dapat mengamati minat yang tumbuh dalam isu-isu gender dalam konteks non-Barat menggemakan fokus yang berubah pada masalah di negara-negara Barat Australia (Vale, 2010), Amerika Serikat (Paek, 2010) dan

Islandia (Steinthorsdottir, Dadisman, Robertson dan Steinthorsdottir, 2010) dalam beberapa tahun terakhir fokus pada 'masalah anak laki-laki', dengan asumsi yang mendasari bahwa isu-isu tentang topik perempuan kurang menarik pada saat itu (Fuller, 1996). Melihat ikhtisar tren internasional perbedaan gender dalam pencapaian matematika (Bikner-Ahsbabs, 2019). Ma (2010) menyimpulkan, 1) perbedaan gender kecil dan terbatas pada sejumlah kecil negara; 2) tidak ada lagi dominasi laki-laki dalam prestasi matematika (Gholson & Barker, 1985). Meskipun masih ada lebih banyak perbedaan gender dalam mendukung anak laki-laki daripada anak perempuan dalam matematika. Ada semakin banyak negara yang mengungkapkan perbedaan yang signifikan dalam mendukung anak perempuan (Blömeke dan Kaiser, 2010). Dengan contoh penelitian terbaru tentang masalah gender ini, kita dapat melihat minat yang meningkat pada psikologi di bidang penelitian pendidikan matematika. Penyelidikan ke dalam sifat psikologis, sosial dan budaya, pemahaman matematika, dan transmisi telah menjadi wacana bidang kompleks yang bersangkutan dengan pengetahuan, pembelajaran dan efek dari pengaturan pendidikan. Hal ini masih menyisakan masalah fokus integrasi yang berbeda.

DISKUSI

Berdasarkan kajian di atas, kita bisa mengetahui bagaimana psikologi mempunyai daya tarik tersendiri dalam penelitian maupun pembelajaran. Pikiran para ahli

matematika pasti melibatkan psikologis dan sosial dalam melakukan penelitian. Hal ini merupakan sesuatu yang tidak bisa dihindari meskipun mungkin akan terjadi konflik untuk mengklaim hal tersebut. Keterkaitan antara filsafat dan psikologi cukup luas jika dianalisa dari perannya masing-masing. Psikologi dapat memberikan penjelasan mendalam tentang komposisi psikologis dan kepribadian seseorang. Filsafat ilmu bisa memiliki peran untuk menilai secara kritis tentang apa yang dianggap benar oleh ilmu psikologi kognitif. Perkembangan pembelajaran manusia, proses kreatif, interaksi sosial, dan peran proses psikologis saling terkait mengingat tidak ada manusia yang terlahir sebagai matematikawan sejati, melainkan terlahir sebagai makhluk sosial yang berinteraksi dengan lingkungan. Ada dua hal yang menjadi kasus dalam Pendidikan matematika yang menarik untuk diteliti, yaitu deskripsi kelompok psikologi Pendidikan matematika dan gerakan-gerakan di luar psikologi. Psikologi dalam pembelajaran matematika menarik untuk diteliti semenjak para ahli menyadari akan pertumbuhan kreatif matematika dan kemajuan proses pembelajaran kreatifnya. Tindakan konstruksi dilakukan secara bersamaan membangun gagasan matematika

Terkait dengan interaksi sosial dalam pembelajaran matematika, Ernest (Ernest, Paul, 1991) menyatakan bahwa konstruktivis sosial dari pengetahuan matematika dimulai dari siklus pengetahuan subjektif dan objektif untuk. Pengetahuan baru dimulai sebagai pengetahuan subjektif dari pemikiran matematis individu. Pemikiran ini menjadi pengetahuan objektif melalui proses pemeriksaan sosial di

mana individu menguji, merumuskan, dan menyempurnakan pengetahuan tersebut. Selanjutnya individu menginternalisasi dan menafsirkan pengetahuan objektif kemudian mengubahnya menjadi pengetahuan subjektif. Brown, representasi matematika tidak dapat dipisahkan dari bahasa yang kita gunakan untuk menggambarkan representasi (Aberdein, 2009). Lakatos (1985) menggunakan sejarah dan struktur matematika yang berbasis inkuiri untuk mengeksplorasi ide-ide tentang pembuktian (Wilson, 2001). Hal tersebut menyiratkan bahwa matematika sebagai usaha manusia dalam konstruktif sosial. Matematika bukan hanya berubah dalam teori tetapi juga dalam praktik (Kitcher, 2003). Selanjutnya Kitcher (2012) mengidentifikasi lima komponen praktik matematika, yaitu bahasa, pandangan, pertanyaan, pernyataan, dan penalaran yang sesuai dengan perkembangan.

Hasil penelitian Vygotsky menyatakan bahwa bahasa merupakan salah satu *psychological tool* yang digunakan untuk mengelola perilaku, merencanakan, mengingat dan memecahkan masalah (Vygotskiï, 1994). Vygotsky berpendapat bahwa jalan pikiran seorang harus dimengerti dari latar belakang sosial-budaya dan sejarahnya. Hal ini telah dijelaskan oleh author dalam artikel ini, yaitu ada lima tingkat signifikan pada penelitian tentang dimensi sosial pendidikan matematika, dari perspektif makro (budaya) ke perspektif mikro (individu) yaitu tingkat budaya, tingkat masyarakat, tingkat institusional, tingkat memasuki kelas, dan individu sebagai domain penelitian dari sosilogis pendidikan. Dalam artikel ini juga telah dijelaskan bahwa

dengan adanya *scaffolding* dari lingkungan sekitar pada 'Zona Perkembangan Proksimal' siswa akan memperkaya pengetahuan masing-masing individu.

Penelitian selanjutnya dapat menyempurnakan tulisan ini dengan meneliti persepektif etnomatematika pada konteks sosial dan budaya yang terkait dengan *social justice* agar bisa mengkani lebih dalam interaksi psikologi dan Pendidikan matematika melalui *discovery of the social*.

KESIMPULAN

Dengan menekankan bahwa faktor sosial dan psikologis saling terkait, kita dapat mendeteksi tiga gerakan luas yang menggambarkan pandangan Vygotsky (di luar Piaget) tentang pendidikan matematika. Hal tersebut merujuk pada kesadaran akan perkembangan kognitif yang berkelanjutan secara sosial dari pengetahuan matematika melampaui individu dan psikologis. **Langkah pertama**, berkembang dari pendekatan individualistis murni ke psikologi pelajar ke dalam perspektif budaya dan tertanam secara sosial pada pengetahuan dan pembelajaran matematika mencerminkan temuan Vygotsky bahwa pemikiran konseptual segera terhubung ke tingkat interaksi sosial dan lingkungan sosiokultural yang lebih luas. **Langkah kedua**, pengenalan dampak pola interaktif dan diskursif yang menguntungkan tidak hanya pemecahan masalah tetapi juga pembelajar individu, menawarkan ilustrasi 'Zona Perkembangan Proksimal' di mana proses intra-psikologis dan antar psikologis bertemu dan memperkaya masing-masing. **Langkah ketiga**, daya tarik psikologi sosial tidak hanya untuk negara-negara barat

tetapi mulai sekarang juga di negara-negara non-barat, secara umum mencerminkan perpindahan dari seorang Piaget-tian menuju perspektif Vygotsky.

DAFTAR PUSTAKA

- François, K., Coessens, K., & Van Bendegem, J. P. (2012). The interplay of psychology and mathematics Education: From the attraction of psychology to the discovery of the social. *Journal of Philosophy of Education*, 46(3), 370–385. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2012.00867.x>
- Aberdein, A. (2009). Mathematics and argumentation. *Foundations of Science*, 14(1–2), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10699-008-9158-3>
- Barwell, R. (2003). Discursive Psychology and Mathematics Education: Possibilities and Challenges. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 35(5), 201–207. <https://doi.org/10.1007/BF02655744>
- Bikner-Ahsbabs, A. (2019). *The Research Pentagon: A Diagram with Which to Think About Research*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15636-7_7
- Ernest, Paul, E. (1991). *TITLE Constructing Mathematical Knowledge: Epistemology and Mathematics Education. Studies in Mathematics Education* (Issue 18).
- Gutiérrez, A., & Boero, P. (2006). Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future. In *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*.
- Inprasitha, M., Changsri, N., & Boonsena, N. (2021). *Confrence of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Jakobsen, G. (n.d.). *APPLIED using STATA A Guide for the social science*.

- Kitcher, P. (2003). *Preludes to Pragmatism: Toward a Reconstruction of Philosophy*.
- Macnab, D. (2000). Raising standards in mathematics education: Values, vision, and TIMSS. *Educational Studies in Mathematics*, 42(1), 61–80. <https://doi.org/10.1023/A:1004190310335>
- Prins, T. J. (2019). *Menos y menos da más": Using Spanish as the Language of Instruction with English Learners in Algebra 1*. <https://escholarship.org/uc/item/0th2s0ss>
- Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and Embryology*, 210(5–6), 419–421. <https://doi.org/10.1007/s00429-005-0039-z>
- Vygotskiĭ, L. S. (1994). The development of thinking and concept formation in adolescence. *The Vygotsky Reader*, 185–265.

Biodata Penulis

Soffil Widadah; Lahir di kota dingin Malang dengan lima bersaudara. Alumni STKIP PGRI Sidoarjo, mulai tahun 2016 sampai sekarang mengadi sebagai dosen di STKIP PGRI Sidoarjo. Menyelesaikan S2 di Universitas Negeri Surabaya tahun 2015. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Selain mengajar, aktif sebagai bendahara Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI) DPC Sidoarjo dan sebagai pengurus penerbit Numerasia yang fokus pada pada bidang Pendidikan dan luaran hasil penelitian. Masukan dan saran yang membangun dapat disampaikan via email soffdah16@gmail.com.

NILAI-NILAI PENGAJARAN MATEMATIKA DALAM KURIKULUM MATEMATIKA SEKOLAH

Farman

farman.21023@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini membahas nilai-nilai pengajaran matematika yang akan memberikan pengaruh minat, pemikiran, pilihan dan perilaku guru dan siswa terhadap matematika. Legner mengemukakan nilai-nilai pengajaran matematika terdiri dari nilai praktis, nilai disiplin dan nilai budaya. Secara spesifik, Legner ingin menunjukkan bahwa mayoritas orang tidak hanya menggunakan matematika dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupannya. Penulis sangat mendukung dari tujuan tersebut, karena masih banyak nilai-nilai yang bisa diperoleh dari matematika sekolah menengah. Disisi lain, beberapa studi menunjukkan penanaman nilai-nilai pengajaran matematika masih terasa sulit. Hal ini disebabkan karena adanya kepercayaan tentang matematika yang bebas nilai dan kurangnya pengetahuan tentang pentingnya nilai-nilai dalam pengajaran matematika. Oleh karena itu untuk memberikan kualitas pengajaran yang baik, penanaman nilai-nilai pengajaran nilai matematika dimulai dari guru. Kualitas pengajaran matematika akan meningkat jika guru lebih memahami nilai-nilai yang terkandung didalamnya. Pemahaman pentingnya nilai-nilai dalam pengajaran matematika, dapat memotivasi guru untuk mempersiapkan dan mengintegrasikan nilai-nilai sebagai upaya meningkatkan minat dan memperluas wawasan siswa. Dengan demikian, nilai-nilai pengajaran matematika harus mendapat perhatian yang cukup besar dan dimasukkan kedalam kurikulum sejak dini karena memiliki dampak yang besar pada individu dan masyarakat.

Kata Kunci: Nilai-nilai pengajaran matematika, sekolah

PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran dengan berbagai nilai yang berkaitan dengan guru dan siswa. Nilai-nilai pengajaran matematika mempengaruhi minat, pemikiran, pilihan dan perilaku guru dan siswa terhadap matematika (Seah & Bishop, 2000). Namun, salah satu masalah mendasar dalam kelas matematika adalah pengajaran yang kurang menekankan pada nilai-nilai. Guru jarang menyadari nilai-nilai pengajaran baik secara eksplisit maupun implisit. Bahkan sebagian besar guru matematika tidak menganggap bahwa mereka mengajarkan nilai ketika mereka mengajar matematika. Hal ini karena matematika selalu dipandang sebagai mata pelajaran yang bebas nilai (Bishop, 1999).

Studi dalam nilai-nilai pengajaran matematika telah banyak dilakukan oleh peneliti. Swadener dan Soedjadi (1988) menetapkan hubungan antara lima prinsip dasar Pancasila, dengan nilai-nilai dalam pendidikan matematika dan pengembangan afektif siswa. Penelitian lain mengkaji tentang implementasi nilai-nilai pengajaran matematika di kelas matematika (Bishop et al., 1999), kesadaran akan nilai-nilai yang terkait dengan pengajaran matematika (Seah et al., 2001), nilai-nilai pedagogis guru matematika (Chin & Lin, 2000), nilai konsep fungsi (Dede, 2006), nilai matematika guru dalam mengembangkan pemikiran matematis (Bishop, 2008a), persamaan dan perbedaan nilai antara guru matematika dan sains (Bishop, 2008b), dan pengembangan

instrumen pengukuran nilai (Tapsir & Pa, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa nilai-nilai merupakan komponen penting dan faktor yang berpengaruh terhadap keputusan dan perilaku guru dan siswa terkait dengan matematika.

Pada tulisan ini akan dikaji nilai-nilai pengajaran matematika dari ide artikel yang ditulis oleh Philipp Legner (2013) dengan judul *the value of teaching mathematics*. Legner termotivasi untuk menjelaskan nilai-nilai dalam pengajaran matematika dengan didasarkan pada perbedaan yang dibuat oleh Gill dan Nagasaki, yaitu nilai praktis, nilai disiplin dan nilai budaya. Nilai-nilai ini juga berkorelasi dengan empat pilar pendidikan yang dikemukakan oleh Delors (1996) yaitu belajar untuk mengetahui (*learning to know*), belajar untuk melakukan (*learning to do*), belajar untuk hidup bersama (*learning to live together*) dan belajar untuk menjadi (*learning to be*). Nilai praktis besesuaian dengan *learning to know*, nilai disiplin berkaitan dengan *learning to do* dan *learning to live together* dan nilai budaya besesuaian dengan *learning to be*.

Secara spesifik, Legner ingin menunjukkan bukti yang bertentangan dari bahwa pernyataan Bramall dan White (2000) bahwa mayoritas orang hanya menggunakan matematika dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupannya. Penulis sangat mendukung dari tujuan Legner yang ingin membuktikan kontra dari pernyataan Bramall dan White tersebut. Legner ingin memberikan gambaran pentingnya matematika dan pendidikan matematika melalui nilai praktis, nilai disiplin dan nilai budaya matematika.

PEMBAHASAN

A. Nilai Praktis Matematika

Legner (2013) mengkategorikan nilai praktis kedalam numerasi yang terbagi atas bilangan dan menghitung aljabar, geometri, fungsi, kalkulus, serta probabilitas, statistik dan analisis data. Lebih lanjut Legner menyatakan bahwa fokus pendidikan matematika yaitu menghafal algoritma untuk memecahkan masalah numerasi, seperti memecahkan persamaan kuadrat, dan menerapkannya pada soal ujian.

1. Matematika dalam Kehidupan

Legner (2013) menyatakan tidak ada keraguan bahwa matematika memiliki nilai praktis yang sangat besar dalam kehidupan. Hal ini ditunjukkan dengan sulitnya untuk menemukan bidang matematika yang tidak memiliki aplikasi dalam kehidupan. Berikut diberikan contoh manfaat matematika dalam kehidupan melalui sistem yang dibuat oleh matematikawan, ilmuwan komputer, dan insinyur.

- a. Bilangan prima digunakan pada kriptografi digital dasar untuk pengiriman email atau menjaga agar situs web aman diakses.
- b. Fraktal adalah beberapa objek tidak nyata dalam geometri, dengan detail tak terbatas dan dimensi pecahan yang digunakan dalam kompresi gambar saat mengurangi ukuran file.
- c. Vektor dan matriks digunakan untuk menformulasikan, memutar atau mengubah ruang tiga dimensi dalam permainan komputer atau perangkat

- lunak.
- d. Teori grup digunakan untuk mempelajari simetri partikel fundamental dan mendasari teori string dan bagian lain dari fisika partikel.
 - e. Logika dan teori himpunan sangat penting dalam ilmu komputer, khususnya teori komputabilitas.

2. Matematika dalam Kehidupan Sehari-hari

Kita sering menggunakan matematika dalam kehidupan sehari-hari diantaranya mengukur jarak dan berat, membaca jadwal, memperkirakan berapa banyak uang yang digunakan saat berbelanja dan menafsirkan persentase yang disajikan pada media cetak atau media elektronik. Keterampilan ini banyak diajarkan di tingkat sekolah dasar. Bramall & White (2000) berpendapat bahwa aritmatika dasar dibutuhkan untuk banyak pekerjaan yang sebagian besar akan diperoleh pada akhir sekolah dasar. Tentu saja beberapa pekerjaan membutuhkan matematika tingkat atas, tetapi hanya sebagian kecil, sehingga tidak membenarkan pentingnya matematika di kurikulum sekolah.

Sebagian besar kurikulum matematika sekolah menengah tampaknya tidak terlalu berguna dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari menyelesaikan persamaan kuadrat hingga menggambar grafik, pembagian panjang, atau trigonometri. Namun tentu ada sejumlah aspek matematika sekolah menengah berguna dalam kehidupan atau setidaknya lebih efisien daripada mengandalkan intuisi. Legner menambahkan bahwa setelah mempelajari matematika menengah dapat membuka banyak peluang di masa depan, misalnya posisi

manajemen yang memerlukan sejumlah strategi bisnis, analisis kinerja, atau perencanaan keuangan. Berikut diberikan beberapa contoh kegunaan matematika sekolah menengah dalam kehidupan.

- a. Mudah memilih ponsel, TV, atau internet yang berbeda berdasarkan rata-rata penggunaannya, jika diberikan penawaran yang terdiri dari harga tetap dan harga variabel (Fungsi dan persamaan linier).
- b. Mudah memahami dan menafsirkan persentase dan grafik laporan cuaca berbasis probabilitas dan jajak pendapat pemilu di media cetak dan elektronik
- c. Mudah menghitung bunga tunggal dan majemuk, pajak dan keuangan pribadi lainnya.

Ketika memikirkan matematika sekolah, perlu diperhatikan bahwa banyak keterampilan yang diajarkan dalam matematika diperlukan dalam mata pelajaran lain. Misal pada pelajaran geografi, siswa mungkin harus menemukan luas suatu negara atau jarak antar kota, atau menafsirkan data yang menggambarkan kehidupannya. Terdapat penelitian yang signifikan mengenai keterampilan ini yang dapat ditransfer sehingga siswa benar-benar menggunakannya.

3. Matematika Diajarkan di Sekolah

Legner (2013) membuat suatu pertanyaan bahwa apakah kurikulum matematika di sekolah cukup mempersiapkan anak-anak untuk menggunakan matematika dalam kehidupan?. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hal ini tidak selalu terjadi. Penelitian Hoyles, Noss dan Pozzi (1999; 2001) membandingkan ide

matematika yang digunakan oleh perawat, bankir dan pengemudi komersial dengan konsep yang diajarkan di sekolah. Hasilnya, kedua metode tersebut biasanya sangat berbeda, misalnya, perawat menghitung dosis obat berdasarkan penalaran proporsional yang spesifik untuk obat atau jumlah tertentu, daripada metode umum yang diajarkan di sekolah. Hal tersebut mengarah pada jawaban yang benar, tetapi mereka mungkin tidak mengerti bagaimana metode tersebut bekerja dan dilakukan berdasarkan pada pengalaman dan intuisi.

Lebih lanjut Legner (2013) menyatakan bahwa sekolah harus mengajarkan lebih banyak intuisi matematika agar mampu memperkirakan jawaban dengan cepat, memperhatikan jawaban ketika tidak masuk akal dan memutuskan bagaimana melanjutkan ketika menghadapi masalah yang tidak diketahui. Dengan demikian, sekolah harus ada fokus yang lebih terhadap intuisi matematika siswa yang dapat dihubungkan dengan kehidupan nyata.

4. Menggunakan Matematika untuk Memodelkan Dunia Nyata

Dowling menyatakan bahwa salah satu pendekatan untuk membuat pelajaran matematika di sekolah tampak lebih berguna adalah dengan mengajukan pertanyaan dalam konteks dunia nyata (Legner, 2013). Dowling menyajikan sejumlah contoh dan mencatat bagaimana semua kasus sangat tidak realistis dan tidak masuk akal sehingga solusi matematika yang ideal mungkin tidak terlalu berguna dalam kehidupan nyata.

Legner (2013) percaya bahwa masalahnya bukan

karena matematika tidak dapat diterapkan ke dunia nyata dalam konteks sekolah, tetapi pertanyaan itu dibuat dengan cara yang salah. Biasanya, guru dan penulis buku teks memulai dengan ide matematika yang perlu diajarkan dan menemukan masalah dunia nyata di sekitar mereka. Pendekatan yang lebih realistis adalah memulai dengan masalah dunia nyata, berpikir bersama siswa tentang jenis matematika yang diperlukan untuk memecahkan masalah dan menghubungkannya dengan berbagai bagian kurikulum.

5. Penggunaan Kalkulator dan Komputer

Ada argumen lain yang menentang nilai praktis matematika yaitu komputer. Sekitar 20 tahun yang lalu banyak perhitungan yang harus dilakukan dengan tangan, tetapi sekarang dilakukan dengan mudah menggunakan komputer dan sistem komputer akan terus meningkat di masa depan. Hal ini kemudian memunculkan pertanyaan bagi Hacker bahwa apakah siswa masih perlu mempelajari matematika? (Legner, 2013).

Penggunaan komputer dalam matematika menjadi penting untuk dipertimbangkan. Komputer mungkin dapat memecahkan masalah aritmatika, tetapi tidak dapat merumuskan masalah kehidupan nyata dalam aritmatika atau aljabar dan tidak dapat menafsirkan apa arti hasil untuk masalah awal. Meskipun ada kepercayaan bahwa dapat mengurangi jumlah matematika yang perlu dipelajari, komputer menghadirkan peluang besar bagi kurikulum matematika di masa depan. Siswa mungkin

tidak perlu mempelajari cara melakukan pembagian panjang atau cara menyelesaikan persamaan kuadrat. Ini memberi ruang dalam kurikulum untuk masalah yang jauh lebih kompleks.

Salah satu inisiatif yang mencoba menggunakan komputer untuk meningkatkan matematika adalah *Computer Based Math Project*, yang didanai oleh *Wolfram Research*, pengembang Mathematica. Menggunakan kekuatan komputasi Mathematica, siswa dapat mengerjakan masalah kehidupan nyata yang sangat realistis dan berguna. Berdasarkan situs webnya, mereka mengungkapkan bahwa siswa harus dapat membuat suatu masalah, mengajukan pertanyaan yang tepat, mengubahnya menjadi model matematika, menentukan perhitungan, menafsirkan dan memvalidasi hasilnya. Siswa dapat menggunakan delapan puluh persen waktu menghitung dengan tangan untuk mempelajari konsep dan keterampilan kreatif. Sedangkan untuk menghitung dapat dilakukan dengan komputer. Melalui penggunaan computerbasedmath.org, siswa akan belajar jenis matematika yang sangat berbeda, yang mungkin jauh lebih berguna, menarik dan menyenangkan. Penggunaan program komputer ini telah dimasukkan dalam kurikulum matematika Estonia.

6. Matematika untuk Memperkirakan, Mengkritik, dan Menafsirkan

Matematika memiliki peran sosial yang penting. Aritmatika dasar dan estimasi sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Memahami dan menginterpretasikan data dengan benar sangatlah

penting jika seseorang tidak ingin terperangkap dengan iklan yang bias atau informasi yang kurang tepat pada berbagai media.

Pada tingkat yang lebih jauh, seseorang dapat mengkritik model, pendekatan, dan hasil matematika dan statistik. Frankenstein mengungkapkan bahwa statistik dapat digunakan untuk mengungkapkan kontradiksi dan memulai perubahan sosial (Legner, 2013). Insinyur menggunakan statistik untuk memprediksi tentang pencapaian proyek yang sedang berlangsung, dan memprediksi berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu rencana. Para bankir menggunakan pendekatan statistik untuk memperkirakan jumlah nasabah pada waktu tertentu. Melalui pengumpulan dan analisis data dengan teknik statistik, meteorologi statistik akan menjadi kritis dalam menentukan sistem cuaca yang akan terjadi (Singh, 2019).

B. Nilai Disiplin Matematika

Legner (2013) menyatakan bahwa nilai disiplin mengacu pada cara berpikir matematis (pemecahan masalah, penalaran, logika dan pembuktian) dengan 'disiplin' yang berarti 'bidang studi', bukan 'perilaku'. Keterampilan ini diajarkan dalam matematika dan bermanfaat bagi mata pelajaran lainnya. Nilai disiplin dikategorikan kedalam penalaran dan logika yang terbagi atas menemukan solusi baru untuk masalah dari jenis yang belum ada sebelumnya dan membuktikan teorema sederhana menggunakan logika. Pemikiran dan penalaran matematis diartikan sebagai suatu keterampilan mandiri

yang dapat diterapkan pada masalah matematika dan berbagai masalah lain baik pada mata pelajaran sekolah atau aspek kehidupan.

1. Berpikir Matematis

Pengajaran matematika tradisional (umumnya di Inggris dan Amerika Serikat), didominasi dengan menghafal fakta dan rumus, menerapkan prosedur dan algoritma tertentu, dan hanya sedikit dalam memahami konsep yang mendasarinya (Nesmith, 2008). Siswa jarang siswa mengerjakan matematika dengan melibatkan berpikir matematis untuk mengeksplorasi masalah yang tidak diketahui. Pemikiran matematis telah dikembangkan di Jepang sejak tahun 1950, namun pengajaran pemikiran matematis masih jauh dari harapan. Salah satu buktinya bahwa siswa sudah cukup dalam matematika jika siswa bisa melakukan perhitungan (Katagiri, 2004).

Belajar matematika tanpa melakukan eksplorasi sama halnya dengan belajar musik dengan membaca dan menulis tanpa pernah mendengar atau memainkan musik apa pun, atau seniman yang belajar tentang warna, kuas, dan melukis tanpa pernah melukis sesuatu (Lockhart, 2002). Oleh karena itu, sangat penting untuk melaksanakan pembelajaran dengan melakukan karena akan memotivasi dan menstimulus rasa ingin tahu siswa. Berpikir matematis seperti sikap, yang dinyatakan sebagai keadaan 'berusaha melakukan' sesuatu. Namun berpikir matematis tidak sama dengan 'melakukan matematika', yang biasanya melibatkan penerapan prosedur dan beberapa manipulasi simbolik (Devlin, 2012).

Legner mengungkapkan bahwa belajar berpikir matematis sama pentingnya dengan belajar aritmatika dan aljabar. Berpikir matematis bukanlah jenis matematika yang berbeda, melainkan lebih luas dan lebih mutakhir (Devlin, 2012). Namun cukup sulit untuk mendefinisikan pemikiran matematis. Sebagaimana Papert (1971) mempertanyakan adanya cara berpikir matematis, cara dipelajari dan diajarkan, serta kecukupan dan kemudahan untuk mempelajari topik-topik tertentu setelah seseorang berpikir matematis.

Papert (1971) memberikan contoh cara berpikir matematis yang diungkapkan dalam program komputer LOGO. Permainan LOGO akan mengarah pada pemahaman matematika yang memberikan kemudahan untuk mempelajari topik-topik seperti aljabar atau geometri. Program komputer hanyalah satu alat yang dapat mengarah pada cara berpikir matematis, sehingga pendekatannya harus memiliki beberapa ciri sebagai berikut yaitu (1) Siswa harus mampu mengeksplorasi, menyelidiki dan bermain dengan pendekatan berorientasi proyek (daripada berorientasi pada masalah) dan *debugging* (menemukan kesalahan atau kesalahan dalam pekerjaan mereka); (2) Siswa mudah untuk memikirkan objek fisik/bidang model yang ditampilkan oleh program komputer dan mengomunikasikan hasilnya serta (3) Siswa tertarik dengan konsep dan objek yang digunakan.

2. Matematika Mengembangkan Kekuatan Otak dan Melatih Pikiran

Matematika dikenal sebagai pelajaran yang sulit.

Matematika biasanya membutuhkan pemahaman yang jelas tentang konsep yang mendasari atau hasil yang diperlukan. Jika tidak memahami pertanyaan dengan baik, kemungkinan akan sulit untuk menemukan solusi. Matematika dengan perhitungannya berperan membuat para pemikir untuk mencari atau menemukan kebenaran yang mereka belum temukan. Mempelajari matematika melatih otak kita dengan cara yang sangat berbeda dari kebanyakan aktivitas manusia lainnya.

Ada banyak penelitian mengenai hubungan antara matematika dan otak, mulai dari pendidikan hingga ilmu saraf. Blair, et al. (2004) menyatakan bahwa peningkatan signifikan rata-rata IQ (sekitar 20 poin) di Amerika Serikat selama abad terakhir dapat disebabkan oleh setidaknya terkait dengan peningkatan tuntutan kognitif kurikulum matematika untuk siswa.

Eksperimen terbaru dalam ilmu saraf menunjukkan adanya sistem otak yang berhubungan dengan pemikiran matematis dan yang terpisah dari area bahasa di otak. Beberapa area fungsional otak yang diaktifkan selama pemrosesan pernyataan matematika terlibat dalam perhatian visual, pemrosesan visual, mengingat, dan memori kerja. Jadi, matematika pada dasarnya memanfaatkan kapasitas otak untuk perhatian visual dan representasi visual (Davis & McGowen, 2021).

3. Nilai Logika dan Bukti

Bukti adalah kumpulan argumen logis yang menetapkan hasil tanpa keraguan. Dalam matematika murni, pembuktian sering kali sama pentingnya dengan teorema, karena bukti tersebut dapat mencakup banyak

detail tentang kebenarannya dan bagaimana kaitannya dengan bidang matematika lainnya. Pembuktian hanyalah salah satu bagian dari proses berpikir matematis. Namun, hal ini yang menjadi ciri matematika dan membedakannya dengan ilmu yang lain. Bukti memungkinkan memberi keyakinan bahwa hasil tertentu adalah benar (Hanna & Barbeau, 2002).

Pembuktian mungkin tidak memiliki nilai yang sangat tinggi dalam pendidikan matematika menengah, tetapi proses mengembangkan pembuktian tentu saja memiliki nilai. Memfasilitasi siswa untuk membuktikan suatu pernyataan dapat memaksa mereka untuk berpikir secara logis, memeriksa setiap pernyataan dengan teliti, dan membenarkan penjelasan mereka. Hal ini merupakan peluang besar dalam pengajaran matematika, tetapi juga merupakan tantangan untuk mengajar siswa dalam aturan argumentasi matematika. Diketahui bahwa banyak siswa mengalami kesulitan mengikuti argumen logis, apalagi pembuktian matematis. Oleh karena itu, perlu ditemukan cara untuk membantu siswa menguasai keterampilan dan memperoleh pemahaman yang mereka butuhkan (Hanna, 1996).

4. Bahasa Matematika yang Tepat

Ketika menulis tentang matematika atau membuktikan teorema, penting untuk memiliki bahasa yang jelas dan tepat dan menyajikan ide dengan cara yang logis dan terstruktur dengan baik. Selain itu, perlu pertimbangan semua kemungkinan yang berbeda dan data atau variabel yang diperlukan dalam memberikan

informasi. Misalnya penggunaan istilah yang sering digunakan dalam menentukan luas bangun datar, seperti luas segitiga, lebih tepatnya menggunakan luas daerah segitiga.

Keterampilan bahasa sangat berguna di berbagai aspek kehidupan lainnya, misal menulis esai dan jurnalisme dan memberikan presentasi ceramah. Dalam semua kasus, informasi harus disajikan dengan cara yang jelas dan mudah dipahami. Keterampilan ini bekerja paling baik bila menggunakan pendekatan logis dan matematis. Tentu saja ada banyak keterampilan lain yang terlibat, seperti kreativitas atau bahasa, tetapi struktur yang logis dan penjelasan yang ringkas merupakan awal yang sangat baik dalam menyampaikan informasi (Legner, 2013).

C. Nilai Budaya Matematika

Legner (2013) menyatakan bahwa nilai budaya mengacu pada bagaimana matematika menambah nilai budaya. Nilai budaya yang dimaksud pada pembahasan ini berbeda dengan etnomatematika (budaya dapat mempengaruhi matematika dan pengajaran matematika). Nilai budaya dikategorikan kedalam fundamental matematika yang terbagi atas puzzles, teori bilangan, kombinatorik, sejarah matematika, biografi dan masalah yang belum terpecahkan. Pada bagian ini diberikan pendapat dan contoh dari Legner yang bersifat subjektif.

1. Matematika sebagai Bahasa Alam Semesta

Seorang pemimpin dari Daily Telegraph (19 Agustus 1998) menyatakan bahwa matematika adalah kunci utama

alam semesta (Bramall & White, 2000). Matematika mungkin tampak sulit bagi kebanyakan orang, tetapi tanpa matematika, kita mungkin masih hidup di dunia pra-ilmiah atau pra-industri. Penemuan besar dalam fisika Newton oleh Einstein tidak mungkin terjadi jika Einstein bukan ahli matematika yang hebat.

Legner (2013) menyatakan bahwa ada dua warisan Yunani kuno yaitu demokrasi dan matematika. Demokrasi tidak akan bekerja tanpa matematika, khususnya untuk menghitung pajak atau menentukan pembagian kursi di parlemen berdasarkan suara langsung dan tidak langsung. Tanpa matematika, tidak akan ada gedung pencakar langit, tidak ada televisi, tidak ada komputer, tidak ada maskapai penerbangan komersial, tidak ada penerbangan luar angkasa dan tidak ada ramalan cuaca. Tanpa matematika, kita tidak akan jauh lebih maju daripada orang Babilonia kuno.

Bahkan hukum alam ditulis dalam bahasa matematika yaitu persamaan relativitas umum yang mengatur pergerakan planet, permulaan dan galaksi dimana pun di alam semesta, hingga sinyal elektrokimia di otak kita. Ketika menelusuri lebih jauh ke dalam materi, fondasi matematikanya menjadi semakin jelas, yang berujung pada mekanika kuantum. Hal ini merupakan salah satu upaya manusia untuk memahami alam semesta dan hal tersebut tidak akan mungkin terjadi tanpa matematika.

2. Matematika sebagai Bahasa Teknologi

Lima puluh tahun terakhir telah ditunjukkan

kekuatan matematika melalui komputer. Saat ini sangat sedikit aktivitas kehidupan yang bekerja tanpa komputer, dari pemindaian kode batang saat berbelanja hingga penggunaan lift di gedung pencakar langit.

Interaksi elemen logika, operasi matematika, dan simbol, telah menemukan platform untuk membuat program komputer. Hal ini dilakukan oleh ilmuwan dengan mengoperasikan matriks dan menerjemahkan elemen fungsional program ke dalam berbagai kode, seperti 11000100, 0110111110, 00101100, dan lain sebagainya. (Sarimsakova, 2022). Lambang-lambang dan kode-kode tersebut merupakan bahasa matematika yang dibuat untuk hubungannya dengan teknologi, dengan kata lain matematika sebagai bahasa teknologi. Sehingga dengan mempelajari bilangan prima, enkripsi RSA dan program komputer atau protokol jaringan dapat memberi keamanan internet dan membantu mengatasi masalah suatu komputer.

3. Keindahan Matematika

Matematikawan murni senantiasa menyampaikan tentang keindahan matematika, seperti keindahan lukisan atau karya musik. Legner mengungkapkan bahwa sulit untuk berdebat dengan argumen ini karena mungkin kita tidak menyukai musik klasik, tetapi kita mungkin menghargai keindahan bukti atau teorema tertentu. Sama seperti bentuk seni lainnya, matematika memiliki keindahan yang layak untuk dihargai.

Kline (Gie, 1985) menyatakan bahwa matematika yang baik harus memenuhi unsur kegunaan secara langsung, kegunaan potensial atau keindahan. Keindahan

dapat tercapai karena adanya ide yang orisinal, kesederhanaan dalil, kecermelangan jalan pikiran atau ciri lainnya dari matematika. Keindahan merupakan aspek estetis dari matematika yang juga ditelaah dalam bidang matematika. Keindahan matematika terlihat dari bentuk benda yang simetris, asimetris, anti simetris dan keteraturan yang sistematis dari susunan indah pada bilangan, ruang dan waktu (Haryono, 2014).

DISKUSI

Nilai-nilai pengajaran matematika adalah kualitas-kualitas afektif yang mendalam yang dikembangkan oleh pendidikan melalui mata pelajaran matematika di sekolah (Bishop, 1999). Beberapa ahli memiliki perbedaan dalam mengkategorikan nilai-nilai pengajaran matematika. Lim dan Ernest (1997) mengklasifikasikan nilai-nilai yang diajarkan di kelas matematika terdiri dari nilai epistemologis, nilai sosial dan budaya dan nilai pribadi. Bishop mengkategorikan nilai-nilai kelas matematika terdiri atas nilai pendidikan umum, nilai matematika dan nilai pendidikan matematika (Bishop et al., 1999). Dixit & Pathak (2021) membagi nilai pengajaran matematika terdiri atas nilai intelektual, nilai sosial, nilai moral, nilai kedisiplinan, nilai budaya, nilai internasional, nilai estetika, nilai kejuruan, nilai psikologis dan nilai kemasyarakatan.

Legner (2013) membagi nilai-nilai pengajaran matematika menjadi tiga, yaitu nilai praktis, nilai disiplin dan nilai budaya. Berdasarkan hasil pemaparan di atas menunjukkan bahwa matematika yang diperoleh di sekolah dasar dan sekolah menengah memiliki nilai dan kegunaan

pada setiap aspek kehidupan. Hal ini menunjukkan bahwa Legner telah membuktikan pernyataan Bramall dan White terkait posisi istimewa matematika di sekolah mungkin tidak dapat dibenarkan karena mayoritas orang hanya menggunakan matematika dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupannya adalah keliru. Matematika memiliki status istimewa yang unik dalam pendidikan sebagai satu-satunya mata pelajaran yang diajarkan secara universal dan untuk semua umur di sekolah (Ernest, 2018).

Matematika memiliki nilai praktis yang begitu besar dalam setiap bentuk kehidupan. Menjadi sangat wajar, matematika diajarkan pada setiap jenjang di sekolah. Namun, Legner (2013) menyatakan bahwa pembelajaran matematika yang diajarkan di sekolah merupakan pembelajaran matematika yang salah karena terlalu fokus pada menghafal algoritma dan melakukan perhitungan. Oleh karena itu diperlukan suatu pendekatan yang lebih tepat agar pengajaran matematika memberikan nilai bagi siswa. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan yaitu dengan mengalihkan fokus ke arah intuisi matematis dan pemikiran matematis atau fokus ke komputasi matematis.

Legner (2013) mengutip pernyataan Papert bahwa sulit untuk mendefinisikan berpikir matematis, tetapi mudah untuk menemukan media untuk mengajarkan pemikiran logis dan matematis melalui pembelajaran dan pemrograman komputer. Penulis tidak sependapat dengan pernyataan Legner bahwa sulit mendefinisikan berpikir matematis. Mason, et al. menyatakan bahwa berpikir matematis merupakan aktivitas mental yang melalui empat tahapan, yaitu: mengkhususkan (*specializing*),

menggeneralisasi (*generalizing*), menduga (*conjecturing*) dan meyakinkan (*convincing*) (Hanifah et al., 2021).

Berpikir matematis berkaitan dengan metode matematika dan konten matematika. Sehingga dengan memiliki kemampuan berpikir matematis yang baik sangat memungkinkan untuk mudah dalam mempelajari topik-topik yang lainnya. Tujuan pengajaran berpikir matematis yaitu sebagai kekuatan pendorong untuk mengejar pengetahuan dan keterampilan dan mencapai pemikiran mandiri dan kemampuan belajar mandiri. Salah satu alasan mengapa pengajaran untuk berpikir matematis cenderung tidak terjadi karena guru belum memahami apa dan pentingnya berpikir matematis. Sehingga guru tidak dapat mengajarkan apa yang mereka sendiri tidak mengerti (Katagiri, 2004). Hal ini secara jelas telah menjawab pertanyaan yang dikemukakan oleh Papert.

Pada nilai budaya matematika, Legner berfokus pada bagaimana matematika menambah nilai budaya. Sebagaimana Swadener dan Soedjadi (1988) menggambarkan bagaimana pendidikan matematika dapat mengangkat nilai-nilai yang terkandung dalam lima sila dasar Pancasila yang merupakan landasan nilai-nilai kebangsaan di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa matematika menambah nilai budaya Indonesia. Legner mengutip pernyataan Kiselman bahwa nilai budaya matematika lainnya adalah internasional. Penulis setuju dengan pendapat ini, karena selain sebagai bahasa alam semesta, matematika juga dapat dikatakan sebagai bahasa internasional dan berlaku secara universal. Hal ini dapat dipahami bahwa simbol dan kata-kata matematika mungkin

tidak sama tetapi konsep matematikanya tetap sama di tempat manapun di dunia. Pernyataan bahwa $1 + 1 = 2$ yang digunakan pada suatu negara, juga sama konsepnya pada negara yang lain.

Kurikulum harus mengkombinasikan nilai-nilai pengajaran matematika untuk membuat matematika menarik dan relevan. Berdasarkan capaian pembelajaran matematika pada kurikulum merdeka, diketahui bahwa nilai yang terdapat dalam pembelajaran matematika adalah nilai moral. Nilai moral tersebut meliputi kebebasan, kemahiran, penaksiran, keakuratan, kesistematian, kerasionalan, kesabaran, kemandirian, kedisiplinan, ketekunan, ketanggungan, kepercayaan diri, keterbukaan pikiran, dan kreativitas (Kemdikbud-Ristek, 2022). Nilai-nilai yang lain tidak dijelaskan lebih detail, mungkin digambarkan secara implisit pada bagian yang lain.

Namun, bagian terpenting adalah guru harus memahami, memiliki nilai-nilai dan mampu mengembangkan nilai-nilai pengajaran matematika. Hal ini perlu diperhatikan karena hanya ada sedikit pengetahuan tentang nilai-nilai yang diajarkan guru di kelas matematika, kurangnya kesadaran akan posisi nilai yang guru miliki, dan bagaimana guru mengembangkan nilai-nilai tertentu pada siswa (Bishop et al, 1999). Hal ini disebabkan oleh dua hal, yaitu masih ada kepercayaan tentang matematika yang bebas nilai dan kurangnya pengetahuan tentang pentingnya nilai-nilai dalam pendidikan matematika (Bishop et al., 2003).

Kualitas pengajaran matematika akan meningkat jika pendidik lebih memahami nilai-nilai yang terkandung didalamnya. Meskipun penanaman nilai-nilai pengajaran matematika terasa sulit, seorang pendidik harus

mempersiapkan dan mengintegrasikannya untuk menambah minat dan memungkinkan terjadinya diskusi yang berkontribusi untuk memperluas wawasan di antara siswa. Oleh karena itu, nilai-nilai pengajaran matematika harus mendapat perhatian yang cukup besar dan dimasukkan kedalam kurikulum sejak dini karena memiliki dampak yang besar pada individu dan masyarakat.

Pada bagian akhir, Legner menyatakan bahwa sulit untuk mengukur nilai praktis dalam kehidupan sehari-hari, nilai penalaran matematis, dan nilai budaya matematika secara kuantitatif, karena sifatnya relatif sangat bergantung pada pendapat dan pengalaman pribadi seseorang. Menurut penulis, mungkin sulit mengukur nilai-nilai tersebut, tetapi tetap masih dapat dilakukan dengan mengidentifikasi nilai secara valid melalui proses triangulasi data yang diperoleh dari berbagai sumber. Pendekatan berbeda oleh Seah (2008) yang menyatakan bahwa salah satu kemungkinan dalam mengukur nilai dapat dilakukan melalui penilaian keyakinan seseorang. Pendekatan ini dibangun di atas pengamatan bahwa keyakinan telah dipetakan dengan andal menggunakan instrumen yang sudah valid, dan pada hubungan erat antara keyakinan seseorang dan sistem nilai seseorang. Bahkan, keduanya dapat dianggap saling mempengaruhi perkembangan satu sama lain.

PENUTUP

Artikel Legner mendeskripsikan nilai-nilai pengajaran matematika yang terdiri dari nilai praktis, nilai disiplin dan nilai budaya. Tujuan dari artikel tersebut adalah ingin memberikan bukti bertentangan dari pernyataan Bramall dan White bahwa posisi istimewa matematika di sekolah

mungkin tidak dapat dibenarkan karena mayoritas orang hanya menggunakan matematika dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupannya. Penulis sangat mendukung dari tujuan dari artikel tersebut. Berdasarkan pemaparan dan contoh-contoh yang diberikan oleh Legner menunjukkan bahwa pernyataan Bramall dan White adalah keliru.

Beberapa studi menunjukkan penanaman nilai-nilai pengajaran matematika masih terasa sulit. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya pengetahuan tentang nilai-nilai apa yang diajarkan guru di kelas dan bagaimana guru mengembangkan nilai-nilai tertentu pada siswa. Oleh karena itu untuk memberikan kualitas pengajaran yang baik, penanaman nilai-nilai pengajaran nilai matematika dimulai dari guru. Kualitas pengajaran matematika akan meningkat jika guru lebih memahami nilai-nilai yang terkandung didalamnya. Pemahaman pentingnya nilai-nilai dalam pengajaran matematika, dapat mendorong guru untuk mempersiapkan dan mengintegrasikan nilai-nilai sebagai upaya meningkatkan minat dan memperluas wawasan siswa. Dengan demikian, nilai-nilai pengajaran matematika harus mendapat perhatian yang cukup besar dan dimasukkan kedalam kurikulum sejak dini karena memiliki dampak yang besar pada individu dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Legner, Philipp. (2013). *The Value of Teaching Mathematics*. UK: Mathigon, National STEM Centre.
- Bishop. A. J. (1999). *Mathematics Teaching and Values Education-An Intersection in Need of Research*. ZDM:

- The International Journal on mathematics education.* 31(1):1-4.
- Bishop, A. J. (2008a). Teacher's Mathematical Values For Developing Mathematical Thinking in Classroom: Theory, Research, and Policy. *The Mathematics Educator.* 11 (1/2): 79-88.
- Bishop, A. J. (2008b). Values in Mathematics and Science Education: similarities and differences. *The Mathematics Enthusiast.* 5 (1).
- Bishop, A. J., FitzSimons, G., Seah, W.T., & Clarkson, P. (1999). Values in Mathematics Education: Making Values Teaching Explicit in the Mathematics Classroom. Paper presented at the combined *Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education and the New Zealand Association for Research in Education* (Melbourne, Australia).
- Bishop, A. J., Seah, W. T., & Chin, C. (2003). Values in Mathematics Teaching-The Hidden Persuaders?. *Second International Handbook of Mathematics Education*, 717-765.
- Blair, C., Gamson, D., Thorne, S., & Baker, D. (2005). Rising Mean IQ: Cognitive Demand of Mathematics Education for Young Children, Population Exposure to Formal Schooling, and the Neurobiology of the Prefrontal Cortex. *Intelligence.* 33(1).
- Bramall, Steve & White, John. (2000). *Why Learn Maths?.* Lodon: Institute of Education.
- Chin, C., & Lin, F. L. (2000a). A case study of a mathematics teacher's pedagogical values: Use of a methodological framework of interpretation and reflection. *Proceedings of the National Science Council Part: Mathematics, Science, and Technology Education.* 10(2): 90-101.
- Davis, G.E., & McGowen, M.A. (2021). The Human Brain and Mathematics: *Recent Research and Educational Questions.*

- <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2109/2109.01090.pdf>
- Dede, Yüksel. (2006). Mathematics Educational Values of College Students' Towards Function Concept. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2 (1)
- Delors, J. (1996). *Learning: The Treasure Within*. International Commission on Education for the Twenty-First Century. UNESCO Publishing, www.unesco.org/delors/
- Devlin, Keith. (2012). *Introduction to Mathematical Thinking*. USA: Stanford University.
- Dixit, P., & Pathak, U. (2021). Imparting Value Education Through Content and Pedagogy of Teaching Mathematics. *Antardrishti IUD Journal of Interdisciplinary Research*. 1(2): 127- 135.
- Ernest, P. (2018). The Ethics of Mathematics: Is Mathematics Harmful? *The Philosophy of Mathematics Education Today*, 187-216.
- Gie, T., L. (1985). *Filsafat Matematika (Bagian Kesatu, Cetakan ke-3)*. Yogyakarta: Supersukses.
- Hanifah , Syamsuri & Pamungkas, A. S. (2021). Identifikasi Kemampuan Siswa Smp Dalam Menjelaskan Ide Matematis Dengan Gambar dan Aljabar Berdasarkan Teori Mason, Burton, Dan Stacey Shofiy. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*. 4 (1): 107-116
- Hanna, G. (1996). The Ongoing Value of Proof. *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Valencia*
- Hanna, G. & Barbeau, E. (2002). *What is proof?* In 'History of Modern Science and Mathematics'. New York: Charles Scribner's Sons.
- Haryono, Didi. (2014). *Filsafat Matematika (Suatu Tinjauan Epistemologi dan Filosofis)*. Bandung: Alfabeta.

- Hoyles, C., Noss, R., & Pozzi, S. (1999). *Mathematising in practice (In Rethinking the mathematics curriculum)*. London: Falmer Press.
- Hoyles, C., Noss, R., & Pozzi, S. (2001). Proportional Reasoning in Nursing Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32 (1).
- Katagiri, Shikgeo. (2004). *Mathematical Thinking and How to Teach It*. Tokyo: Meijitosyo Publishers, University of Tsukuba.
- Kemendikbud-Ristek. (2022). Keputusan Nomor 008/H/KR/2022 tentang capaian pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), Jenjang Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah (Dikdasmen) pada Kurikulum Merdeka. Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
- Lim, L., & Ernest, P. (1997). Values in mathematics education: What is planned and what is espoused? In British Society for Research into learning mathematics. *Proceedings of the Day Conference Held at University of Nottingham*.
- Lockhart, Paul. (2002). *A Mathematician's Lament*. https://www.maa.org/external_archive/devlin/LockhartsLament.pdf
- Nesmith, S. (2008). Mathematics and literature: Educators' perspectives on utilizing a reformative approach to bridge the two cultures. *The Forum on Public Policy: A Journal of the Oxford Round Table*.
- Papert, Seymour. (1971). Teaching Children to be Mathematicians vs. Teaching about Mathematics. *Artificial Intelligence Memo No. 249, MIT*
- Sarimsakova, K., K. (2020). The Importance of Mathematics in the Digital Age. *IJMRA: International Journal Of Multidisciplinary Research and Analysis*. 5(2): 436-439.

- Seah, W. T., et al. (2001). Exploring Issues of Control Over Values Teaching in the Mathematics Classroom. *Annual Conference of the Australian Association for Research in Education, Fremantle, Australia.*
- Seah, W. T. (2008). *Critical Issues in Mathematics Education: Valuing Values in Mathematics Education.* Springer Science & Business Media, LLC.
- Seah, W. T., & Bishop, A. J. (2000). Value in Mathematics Textbook: A View Through Two Australasian Regions. *81st.Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.*
- Tapsir, R. & Pa, N. A N. (2017). The Mathematics Values In Classroom Inventory: Development And Initial Validation. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences.* 5 (2).

Biodata Penulis

Farman, lahir di Bau-Bau pada tanggal 11 Desember 1987. Menyelesaikan pendidikan di SD Negeri Wangkanapi tahun 2000, SMP Negeri 1 Bau-Bau tahun 2003 dan SMA Negeri 1 Bau-Bau tahun 2006, S1 di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Halu Oleo tahun 2011 dan S2 di Pascasarjana Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang tahun 2014. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Tahun 2015 -2018 menjadi dosen tetap di Universitas Lakidende Unaaha dan dalam kurun waktu yang sama juga menjadi tenaga pengajar di SMK Tunas Husada Kendari dan SMK Dewi Sartika Kendari. Tahun 2018 hingga saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Sembilanbelas November (USN) Kolaka. Saran dan kritik pada karya penulis dapat disampaikan melalui email farman.math@yahoo.co.id.