

E-ISSN : 2581-0634

P-ISSN : 2528-4460

PROSIDING

SEMNASMAT *Seminar Nasional Pendidikan Matematika*

2019

66 *Peningkatan Kualitas Belajar Mengajar*

MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG



Dewan Redaksi

Editor








Admin Semnasmat, Indonesia

Section Editor

Admin Semnasmat, Indonesia

Daftar Isi

PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN PENDEKATAN HUMANISTIK <i>Dr. Baiduri, M.Si</i>	PDF 
KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIKA PADA SETTING MODEL PROBING - PROMPTING <i>Yus Mochamad Cholily, Mohammad Syaifuddin, Abdul Wahab</i>	PDF 
VALIDASI MODUL MATEMATIKA DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN LINGKARAN <i>Achmad Mutaqin</i>	PDF 
KEMAMPUAN LITERASI KUANTITATIF SISWA KELAS X DITINJAU DARI GAYA KOGNITIF <i>Agustin Fatmawati</i>	PDF 
PENGUNAAN KONSEP MATEMATIKA PADA FILANTROPI AGAMA ISLAM <i>Ahmad Muklisin</i>	PDF 
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA DAN KONEKSI MATEMATIS DENGAN MENGGUNAKAN MODEL TEAM ASISSTED INDIVIDUALIZATION BERBASIS OPEN-ENDED (TAI-OE) <i>Aida Adawia, Tutus Dinantika</i>	PDF 
ANALISIS SOAL DALAM BUKU SISWA MATEMATIKA KURIKULUM 2013 (EDISI REVISI 2017) BERDASARKAN DIMENSI TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY (TIMSS) <i>Any Isroaty, Umi Fariyah</i>	PDF 
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN GROUP INVESTIGATION (GI) DAN NUMBERED HEAD TOGETHER (NHT) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA KELAS VIII PADA KONSEP BANGUN RUANG SISI DATAR <i>Bintana Alin Hilwah, Umi Fariyah</i>	PDF 
THREE PERIOD LESSON PADA MATEMATIKA MONTESSORI UNTUK SISWA PENYINTAS AUTISME <i>Dyah Ayu Sulistyaning Cipta, Donna Avianty, Anik Kurniawati</i>	PDF 
ANALISIS PEMANFAATAN MACROMEDIA FLASH BERBANTUAN EZCAST TERHADAP MOTIVASI BELAJAR PADA MATA KULIAH TEORI BILANGAN <i>Dyah Ayu Sulistyaning Cipta, Raras Kartika Sari</i>	PDF 

<p>DESKRIPSI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DALAM PEMBUKTIAN MATEMATIS BERDASARKAN ADVERSITY QUOTIENT <i>Era Dewi Kartika, Nok Izatul Yazidah</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>PERSPEKTIF PESERTA DIDIK TERHADAP PEMANFAATAN VIDEO PEMBELAJARAN MATEMATIKA <i>Eko Yulio Susanto</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>PENGEMBANGAN WORKSHEET MATEMATIKA UNTUK SISWA DYSCALCULIA DI SEKOLAH DASAR SE-KOTA MALANG <i>Firda Alfiana Patricia, Kenys Fadilah Zamzam</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>PENANAMAN KONSEP KELILING DAN LUAS BANGUN DATAR DENGAN MODEL PEMBELAJARAN EKSPERENSIAL BERBASIS PERMAINAN <i>Iesyah Rodliyah</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>PROSES BERPIKIR KREATIF SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL BANGUN DATAR DITINJAU DARI KEMAMPUAN AWAL SISWA <i>Mohammad Edy Nurtamam, Nella Maynarani</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>PEMECAHAN MASALAH GEOMETRI BERDASARKAN LANGKAH POLYA <i>Nurul Irawati</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>ANALISIS KEMAMPUAN BERNALAR SISWA KELAS X DALAM MENYELESAIKAN MASALAH MATEMATIKA MATERI LOGARITMA DITINJAU DARI GAYA BERPIKIR <i>Puji Ayu Lestari, Umi Fariyah</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>ANALISIS KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL CERITA PADA MATERI TEOREMA PYTHAGORAS DITINJAU DARI PEMECAHAN MASALAH POLYA <i>Sri Ayu Ardiyanti, Umi Fariyah</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>MODUL JATRABEL UNTUK MELATIH KOMUNIKASI MATEMATIS TERTULIS <i>Desi Yana Sugianti, Yus Mochamad Cholily, Rizal Dian Azmi</i></p>	<p>PDF</p> 
<p>KEMAMPUAN SISWA KELAS VII SMP DI SURABAYA DALAM MENYELESAIKAN SOAL LITERASI MATEMATIKA LEVEL IV <i>Iis Holisin, Anik Lestari</i></p>	<p>PDF</p> 

<p>PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA HUMANIS PADA MATERI Matriks <i>Anggita A, Moh. Mahfud Effendi, Siti Khoiruli Ummah</i></p>	<p>PDF </p>
<p>TINJAUAN GAYA BELAJAR UNTUK MENCAPAI EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN APTITUDE TREATMENT INTERACTION <i>Kartini Sidin, Moh. Mahfud Effendi, Siti Khoiruli Ummah</i></p>	<p>PDF </p>
<p>PROFIL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA DAN GURU MATEMATIKA BERDASARKAN STATUS AKREDITASI SEKOLAH <i>Dewi Sukriyah, Eka Nurmala Sari Agustina</i></p>	<p>PDF </p>
<p>ANALISIS SOAL BUKU AJAR MATEMATIKA SMP UNTUK MATERI PLSV PADA KURIKULUM 13 <i>Aji Raditya, Ratu Sarah Fauziah Iskandar</i></p>	<p>PDF </p>
<p>KREATIVITAS GURU DALAM MENGEMBANGKAN DAYA KONSEPSI MATEMATIS <i>Andini Dwi Rachmawati</i></p>	<p>PDF </p>
<p>PROSES BERPIKIR KREATIF SISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH DENGAN SETTING JIGSAW <i>Azimatul Munirah, Yus Mochamad Cholily, Mohammad Syaifuddin</i></p>	<p>PDF </p>
<p>DESAIN PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK DENGAN MENGGUNAKAN MASALAH KONTEKSTUAL <i>Emy Sohilait</i></p>	<p>PDF </p>
<p>IDENTIFIKASI KESULITAN GURU PADA PENERAPAN PENDEKATAN SAINTIFIK DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI SMP <i>Erentrudis Junirestu</i></p>	<p>PDF </p>
<p>PERSPEKTIF PESERTA DIDIK TERHADAP PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN <i>Fransiskus Ngongo</i></p>	<p>PDF </p>
<p>ANALISIS RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA PADA MAHASISWA PENDIDIKAN PROFESI GURU <i>La Sahija</i></p>	<p>PDF </p>

DESAIN PEMBELAJARAN PMRI UNTUK Mendukung Pemahaman Konsep Eksponen pada Siswa Kelas X SMA <i>Sari Saraswati</i>	PDF 
ANALISIS Pemanfaatan Lingkungan Sekolah sebagai Sumber Belajar Matematika Siswa <i>Mila Karmila Sidik</i>	PDF 
Pembelajaran Himpunan Berbantuan Ayat Alquran Juz 30 di Kelas Tahfidz <i>Akhmad Syahwanul Karim</i>	PDF 
Kemampuan Pengajuan Soal Geometri Lukis Mahasiswa Pendidikan Matematika <i>Siti Nuriyatin, Soffil Widadah</i>	PDF 
Kegunaan Proyek Mandiri Siswa terkait Pemahaman Materi Matematika <i>Siti Ramdhayani Litololy</i>	PDF 
Problematika Motivasi Belajar Matematika Siswa MTs di Kabupaten Malang <i>Surahman S</i>	PDF 
Kemampuan Representasi Matematis pada Siswa SMP dalam Pemecahan Masalah Matematika <i>Ta'ifah T</i>	PDF 
Analisis Soal Ujian Nasional (UN) Matematika Tingkat SMP/MTs Tahun 2017-2019 Berdasarkan Perspektif Higher Order Thinking Skill (HOTS) <i>Teguh Santoso</i>	PDF 
Aktivitas dan Respon Mahasiswa dalam Pembelajaran Geometri <i>Tuti Zahrotul Amaliyah</i>	PDF 
Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Soal PISA <i>Whyma Fathul Muslich</i>	PDF 

DESAIN PEMBELAJARAN PMRI UNTUK Mendukung Pemahaman Konsep Eksponen pada Siswa Kelas X SMA

Sari Saraswati

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng

email: sarisaraswati7@gmail.com

ABSTRAK. Eksponen merupakan salah satu materi yang penting karena banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Namun materi eksponen dianggap sebagai materi yang sulit. Faktanya masih banyak ditemukan siswa kesulitan dalam menyelesaikan soal yang berkaitan dengan eksponen. Hal ini disebabkan karena pemahaman konsep dasar eksponen yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan deskripsi peranan desain pembelajaran PMRI dalam mendukung pemahaman siswa pada konsep eksponen. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan menggunakan metode *design research*. Penelitian ini melibatkan 32 siswa kelas X SMA Trensains Tebuireng. Data dikumpulkan melalui Lembar Aktivitas Siswa (LAS), dokumentasi dan catatan lapangan. Teknis analisis data dilakukan dengan mengacu pada *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dan temuan yang diperoleh selama proses pembelajaran. Serangkaian aktivitas pembelajaran dirancang dengan diawali permasalahan yang berkaitan dengan eksponen dengan konteks pembelahan bakteri dan peluruhan zat radioaktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serangkaian aktivitas yang telah didesain mampu mengantarkan pemikiran siswa dari tahap informal menuju formal serta mampu mendukung pemahaman konsep eksponen pada siswa.

Kata Kunci: *Design Research, Eksponen, PMRI, Learning Trajectory*

Pendahuluan

Eksponen merupakan salah satu materi penting karena banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan pendapat Weber (2002) yang menjelaskan bahwa eksponen merupakan materi penting karena berfungsi untuk memahami tentang pertumbuhan populasi, peluruhan zat radioaktif, serta suku bunga majemuk. Eksponen merupakan salah satu materi yang diajarkan pada mulai jenjang SMP hingga jenjang SMA.

Meskipun materi eksponen telah diajarkan mulai jenjang SMP, namun materi ini dianggap sulit bagi siswa. Faktanya, masih banyak ditemukan siswa yang melakukan kesalahan dalam mengerjakan soal yang berkaitan dengan eksponen baik itu kesalahan konsep, menerapkan rumus serta kesalahan perhitungan (Agustin & Linguistika, 2012; Mahmuda, 2011). Salah satu penyebabnya adalah siswa kurang menguasai konsep dasar eksponen dengan baik. Selain itu, pembelajaran yang diterapkan cenderung bertujuan untuk mencapai ketuntasan materi bukan pada pemahaman konsep. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ozkan & Ozkan (2012), Hewson (2013), Kumalasari, Nusantara & Sa'dijah (2016), dan Susanti, Zulkardi & Hartono (2018) yang menyatakan bahwa siswa yang tidak menyelesaikan soal eksponen disebabkan salah satunya kesalahan dalam pemahaman konsep dasar eksponen.

Konsep eksponen pertama kali dikenalkan oleh Rene Descartes (1596-1650) yang menuliskan perkalian berulang dalam notasi bilangan berpangkat atau eksponen (Susanti, Zulkardi & Hartono, 2018). Selain itu, Van de Walle, Karp & Williams (2010) memaparkan bahwa salah satu pilihan untuk menyatakan bentuk bilangan yang sangat kecil atau besar dalam kehidupan sehari-hari adalah menggunakan notasi ilmiah yaitu eksponen. Konsep inilah yang mendasari bahwa operasi perpangkatan lebih dulu diselesaikan sebelum penjumlahan dan pengurangan. Van de Walle, Karp & Williams (2010) menjelaskan bahwa "*Multiplication and division are always done before addition and subtraction. Since exponentiation is repeated multiplication, it also is done before addition and*

subtraction". Hal ini menunjukkan bahwa siswa seharusnya tidak hanya mampu menyelesaikan soal yang berkaitan dengan menghitung nilai dalam perpangkatan, tetapi juga dapat memahami konsep eksponen dengan benar. Siswa perlu mendapatkan kesempatan untuk mengeksplor eksponen dengan suatu bilangan-bilangan terlebih dahulu sebelum mereka merumuskan dalam bentuk variabel-variabel. Oleh karena itu, dibutuhkan pembelajaran kontekstual yang dapat mendukung pemahaman siswa pada konsep eksponen. Salah satu pendekatan pembelajaran yang mampu menjembatani pemikiran siswa dari bentuk real ke bentuk formal adalah PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia).

PMRI merupakan pembelajaran yang menekankan pada pemahaman matematika siswa (Gravemeijer, 1994; Zulkardi 2002). Teori yang dikembangkan oleh Hans Freudenthal ini menegaskan bahwa *mathematics as human activity* (Zulkardi, 2002). Aktivitas pembelajaran materi eksponen dapat dikaitkan dengan kegiatan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dalam memahami konsep eksponen, siswa harus mempunyai pengalaman sendiri dalam membangun konsepnya. Hal ini berdasarkan Freudenthal (1991) yang menjelaskan bahwa siswa harus mendapat kesempatan untuk dapat menemukan kembali konsep dari materi yang sedang dipelajari.

Berdasarkan Teffers dalam Zulkardi (2002) memaparkan bahwa pendekatan PMRI mempunyai karakteristik yaitu: 1) menggunakan masalah kontekstual; 2) menggunakan model; 3) menggunakan kontribusi siswa; 4) terjadinya interaktivitas; dan 5) terintegrasi dengan topik pembelajaran lainnya. Teori PMRI merupakan pembelajaran dimulai dari permasalahan kontekstual sesuai dengan pengalaman siswa (Gravemeijer, 2009; Sembiring 2010). Konteks merupakan suatu jembatan yang menghubungkan pengetahuan siswa dari tahap konkrit menuju tahap abstrak.

Berdasarkan pemaparan diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan lintasan belajar (*Learning Trajectory*) siswa kelas X SMA dalam memahami konsep eksponen menggunakan pendekatan PMRI. Serangkaian aktivitas dirancang untuk membantu siswa membangun konsep eksponen dari tahap informal menuju tahap formal.

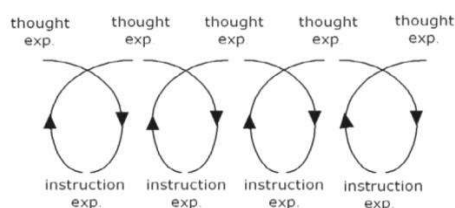
Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan menggunakan metode *design research*. *Design research* merupakan kajian sistematis yang berkaitan dengan proses merancang, mengembangkan dan mengevaluasi intervensi pendidikan sebagai solusi untuk memecahkan masalah yang kompleks dalam praktik pendidikan (Plomp & Nieven, 2007:13). *Design research* bertujuan untuk mengembangkan Local Instructional Theory (LIT).

Local Instruction Theory (LIT) merupakan sederetan aktivitas pembelajaran yang mendeskripsikan rute/jalan berpikir siswa pada topik yang spesifik (Gravemeijer & Van Eerde, 2009). *Local Instruction Theory* memuat konjektur dari setiap proses pembelajaran yang mendukung cara berpikir siswa dalam mempelajari materi yang diajarkan. *Local Instruction Theory* didesain dari

sebuah *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang mengalami perbaikan selama diterapkan dalam proses pembelajaran.

Proses *design research* berjalan secara siklik (berulang) pada kegiatan pendesainan dan mengujicobakan kegiatan pembelajaran dan aspek-aspek lainnya. Proses siklik meliputi *thought experiment* dan *instruction experiment* yang terjadi secara berulang sampai ditemukannya sebuah lintasan belajar (*Local Instructional Theory*) dari hasil revisi aktivitas pembelajaran yang telah diujicobakan. Proses siklik tersebut dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Proses Siklik dari *Thought Experiment* Menuju *Instruction Experiment*

Tahap dalam penelitian *design research* ini meliputi *preliminary design*, *teaching experiment* dan *retrospective analysis* yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap I: *Preliminary Design*

Tahap ini berisi kajian literatur tentang konsep eksponen, kegiatan merancang aktivitas pembelajaran, dan merumuskan HLT yang berisi serangkaian aktivitas pembelajaran yang memuat konjektur berpikir siswa.

2. Tahap II: *Teaching Experiment*

Tahap ini merupakan tahap implementasi desain pembelajaran yang sudah di desain. Siklus pada tahap II ini terdiri dari *pilot experiment* dan *teaching experiment*. Pada artikel ini fokus pada siklus implementasi HLT yang telah di desain yaitu *teaching experiment*.

3. Tahap III: *Retrospective Analysis*

Semua data yang diperoleh pada tahap II dianalisis kemudian disesuaikan dengan HLT yang telah dirancang dengan tujuan untuk mengembangkan aktivitas pembelajaran berikutnya.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan Lembar Aktivitas Siswa (LAS), dokumentasi dan catatan lapangan. LAS berisi dua aktivitas pembelajaran yaitu aktivitas menghitung pembelahan bakteri untuk mengetahui konsep eksponen sebagai perkalian berulang (aktivitas 1) dan aktivitas menghitung peluruhan zat radioaktif untuk mengeksplor konsep eksponen dan sifatnya (aktivitas 2).

Teknik analisis data dari hasil LAS, dokumentasi dan catatan lapangan pada siklus II dibandingkan dengan HLT yang telah didesain. Pada *retrospective analysis* HLT dibandingkan dengan hasil implementasi pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat dilakukan penyelidikan dan penjelasan tentang bagaimana siswa memperoleh pemahaman tentang konsep eksponen.

Hasil dan Pembahasan

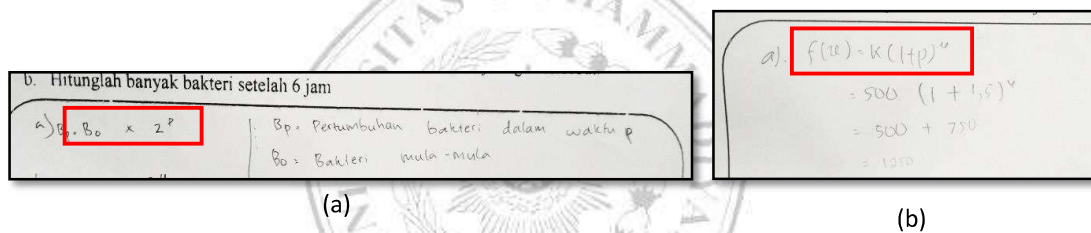
Aktivitas pembelajaran yang telah di desain untuk mendukung pemahaman konsep eksponen terdiri dari 2 aktivitas. Aktvitas 1 merupakan aktivitas yang dikembangkan dengan tujuan mengenalkan konsep eksponen sebagai perkalian berulang. Pada aktivitas ini, siswa diberikan permasalahan yang berkaitan dengan pembelahan bakteri.

Kultur jaringan pada suatu uji laboratorium menunjukkan bahwa suatu bakteri dapat membelah diri menjadi dua dalam waktu 1,5 jam. Diketahui bahwa pada awal kultur jaringan tersebut terdapat 500 bakteri.

- Tuliskan persamaan untuk memodelkan pertumbuhan kultur jaringan tersebut.
- Hitunglah banyak bakteri setelah 6 jam.

Gambar 2. Permasalahan Kontekstual pada Aktivitas 1

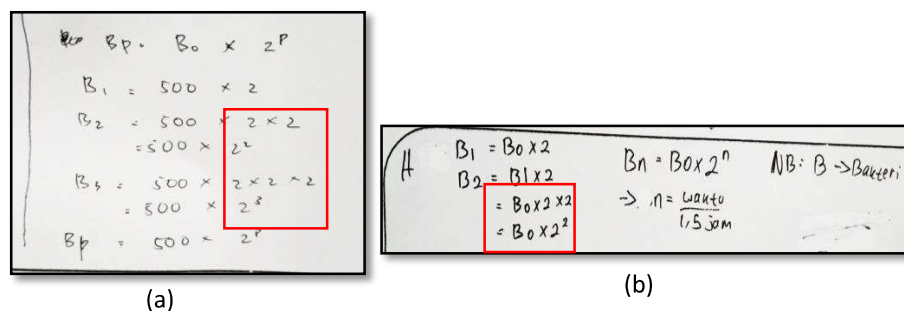
Konjektur yang dikembangkan pada aktivitas ini, siswa menganalisa permasalahan kontekstual sebagai penambahan atau pengurangan. Aktivitas yang dikembangkan menunjukkan bahwa konjektur yang didesain sesuai dengan proses pembelajaran yang diterapkan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Siswa Menuliskan Rumus Pertumbuhan Bakteri

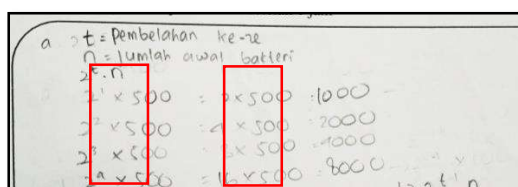
Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa beberapa kelompok siswa langsung menerapkan rumus pertambahan yang berkaitan dengan eksponen. Pada gambar 3(b), siswa juga menyimbolkan permasalahan yang diberikan dengan simbol “p”, namun salah dalam menerapkan ke dalam rumusnya. Hal ini membuat pemahaman konsep eksponen kurang optimal bagi siswa.

Aktivitas 1 bertujuan untuk menemukan kembali konsep eksponen sebagai perkalian berulang. Konjektur yang didesain berupa aktivitas siswa menuliskan permasalahan yang diberikan dalam perkalian yang berulang. Konjektur yang didesain telah menunjukkan kesesuaian dengan proses pembelajaran yang telah diimplementasikan. Berikut hasil siswa menuliskan bentuk perkalian berulang ke dalam bentuk eksponen dapat dilihat pada gambar 4.



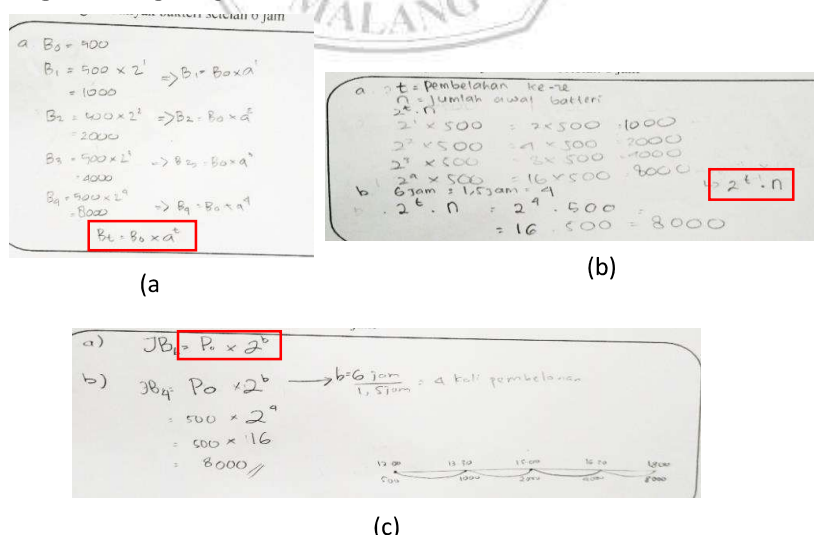
Gambar 4. Siswa Menuliskan Permasalahan dalam Perkalian yang Berulang

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa siswa mampu menuliskan perkalian berulang dalam bentuk eksponen. Selain itu, terdapat salah satu kelompok yang langsung menuliskan bentuk eksponennya selanjutnya menghitung hasilnya seperti pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Siswa Menuliskan Hasil Perpangkatan

Pada aktivitas 1, setelah siswa mampu menuliskan eksponen sebagai perkalian berulang, selanjutnya dikembangkan dugaan berpikir siswa yaitu menuliskan model matematika dari permasalahan yang diberikan sebagai bentuk eksponen. Hasil implementasi aktivitas pembelajaran yang dikembangkan menunjukkan dugaan berpikir siswa sesuai dengan konjektur yang telah di desain. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Siswa Menuliskan Model Matematika dalam Bentuk Eksponen

Berdasarkan gambar 6, siswa mampu menuliskan model matematika dalam bentuk eksponen. Dugaan berpikir siswa berkembang dari konjektur yang sudah didesain. Berdasarkan gambar 6(a) dan 6(b) ditunjukkan langkah yang dilakukan siswa untuk menemukan bentuk eksponen dari masalah pertumbuhan dengan cara menjabarkan proses pembelahan bakteri setiap 1,5 jam sehingga siswa dapat menemukan model matematikanya. Selain itu, siswa dapat menentukan banyaknya pembelahan bakteri yaitu 4 kali pembelahan selama 6 jam, sehingga selanjutnya siswa dapat menemukan pola perkalian berulang dari langkah perhitungannya.

Pada aktivitas 2, siswa diberikan masalah yang berkaitan dengan penerapan eksponen dengan konteks peluruhan zat radioaktif. Tujuan pembelajaran pada aktivitas 2 adalah agar siswa mampu menerapkan konsep eksponen dalam masalah yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, siswa diharapkan dapat mengeksplor pengetahuannya tentang konsep eksponen sebagai perkalian berulang. Permasalahan kontekstual yang diberikan dapat dilihat pada gambar 7 berikut.

Pada pukul 05.00 pagi massa suatu zat radioaktif adalah 0,5 kg. Apabila diketahui laju peluruhan zat radioaktif tersebut 2% setiap jam.

- Tuliskan persamaan untuk memodelkan peluruhan zat radioaktif tersebut.
- Hitunglah sisa zat radioaktif itu pada pukul 09.00 pagi.

Gambar 8. Soal pada Aktivitas 2

Aktivitas 2 yang dirancang menuntut siswa agar mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pengurangan (peluruhan). Pertama, siswa harus mengenali bahwa konteks yang diberikan merupakan masalah tentang pengurangan. Selanjutnya, siswa dapat mengembangkan pengetahuannya untuk dapat memodelkan masalah yang diberikan ke dalam bentuk formal dari eksponen. Hasil jawaban dari beberapa kelompok dapat dilihat pada gambar 9 berikut.

a) $M_1 = 0,5 - (0,5 \cdot 2\%) = 0,5 - \frac{0,5}{250000}$
 $= 0,5 (1 - 2\%)$
 $M_2 = 0,5 (1 - 2\%) (1 - 2\%) = 0,4999992 \text{ kg}$
 $M_p = M_0 (1 - 2\%)^p$

(a)

$Z_1 = Z_0 - (Z_0 \times 2\%) = Z_0 (1 - 2\%)$
 $Z_2 = Z_1 - (Z_1 \times 2\%) = Z_1 (1 - 2\%) = Z_0 (1 - 2\%) (1 - 2\%) = Z_0 (1 - 2\%)^2$
 $Z_n = Z_0 \cdot (1 - 2\%)^n$ NB: $Z \rightarrow \text{zat}$
 $n \rightarrow \text{waktu jam}$
 $\beta. n = 0900 - 0500 = 4 \text{ jam}$
 $Z_4 = 0,5 \cdot (1 - 2\%)^4 = 0,5 \cdot 0,922368160 = 0,461181080 \text{ kg}$

(b)

$W_0 = 0,5$
 $W_1 = 0,5 - (0,5 \times 2\%)$
 $= 0,5 - (\frac{1}{2} \times 2\%)$
 $= 0,5 - 1\%$
 $= 0,5 - 0,01$
 $= 0,49$
 $W_1 = 0,49 - (0,49 \times 2\%)$
 $= 0,49 - 0,0098$
 $= 0,4802$
 $W_2 = 0,4802 - (0,4802 \times 2\%)$
 $= 0,470596$
 $W_3 = 0,470596 - (0,470596 \times 2\%)$
 $= 0,46118408$
 $W_t = W_0 - (W_0 \times 2\%)$
 $W_t = 0,5 - (0,5 \times 2\%)$
 $W_t = 0,5 - 0,01$
 $W_t = 0,49$
 $W_t = 0,49 - (0,49 \times 2\%)$
 $W_t = 0,4802$
 $W_t = 0,4802 - (0,4802 \times 2\%)$
 $W_t = 0,470596$
 $W_t = 0,470596 - (0,470596 \times 2\%)$
 $W_t = 0,46118408$
 $W_t = 0,46118408 - (0,46118408 \times 2\%)$
 $W_t = 0,4517884016$
 $W_t = 0,4517884016 - (0,4517884016 \times 2\%)$
 $W_t = 0,442392803232$
 $W_t = 0,442392803232 - (0,442392803232 \times 2\%)$
 $W_t = 0,432997204864$
 $W_t = 0,432997204864 - (0,432997204864 \times 2\%)$
 $W_t = 0,423601606496$
 $W_t = 0,423601606496 - (0,423601606496 \times 2\%)$
 $W_t = 0,414206008128$
 $W_t = 0,414206008128 - (0,414206008128 \times 2\%)$
 $W_t = 0,40481040976$
 $W_t = 0,40481040976 - (0,40481040976 \times 2\%)$
 $W_t = 0,395414811392$
 $W_t = 0,395414811392 - (0,395414811392 \times 2\%)$
 $W_t = 0,386019213024$
 $W_t = 0,386019213024 - (0,386019213024 \times 2\%)$
 $W_t = 0,376623614656$
 $W_t = 0,376623614656 - (0,376623614656 \times 2\%)$
 $W_t = 0,367228016288$
 $W_t = 0,367228016288 - (0,367228016288 \times 2\%)$
 $W_t = 0,35783241792$
 $W_t = 0,35783241792 - (0,35783241792 \times 2\%)$
 $W_t = 0,348436819552$
 $W_t = 0,348436819552 - (0,348436819552 \times 2\%)$
 $W_t = 0,339041221184$
 $W_t = 0,339041221184 - (0,339041221184 \times 2\%)$
 $W_t = 0,329645622816$
 $W_t = 0,329645622816 - (0,329645622816 \times 2\%)$
 $W_t = 0,320250024448$
 $W_t = 0,320250024448 - (0,320250024448 \times 2\%)$
 $W_t = 0,31085442608$
 $W_t = 0,31085442608 - (0,31085442608 \times 2\%)$
 $W_t = 0,301458827712$
 $W_t = 0,301458827712 - (0,301458827712 \times 2\%)$
 $W_t = 0,292063229344$
 $W_t = 0,292063229344 - (0,292063229344 \times 2\%)$
 $W_t = 0,282667630976$
 $W_t = 0,282667630976 - (0,282667630976 \times 2\%)$
 $W_t = 0,273272032608$
 $W_t = 0,273272032608 - (0,273272032608 \times 2\%)$
 $W_t = 0,26387643424$
 $W_t = 0,26387643424 - (0,26387643424 \times 2\%)$
 $W_t = 0,254480835872$
 $W_t = 0,254480835872 - (0,254480835872 \times 2\%)$
 $W_t = 0,245085237504$
 $W_t = 0,245085237504 - (0,245085237504 \times 2\%)$
 $W_t = 0,235689639136$
 $W_t = 0,235689639136 - (0,235689639136 \times 2\%)$
 $W_t = 0,226294040768$
 $W_t = 0,226294040768 - (0,226294040768 \times 2\%)$
 $W_t = 0,2168984424$
 $W_t = 0,2168984424 - (0,2168984424 \times 2\%)$
 $W_t = 0,207502844032$
 $W_t = 0,207502844032 - (0,207502844032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,198107245664$
 $W_t = 0,198107245664 - (0,198107245664 \times 2\%)$
 $W_t = 0,188711647296$
 $W_t = 0,188711647296 - (0,188711647296 \times 2\%)$
 $W_t = 0,179316048928$
 $W_t = 0,179316048928 - (0,179316048928 \times 2\%)$
 $W_t = 0,16992045056$
 $W_t = 0,16992045056 - (0,16992045056 \times 2\%)$
 $W_t = 0,160524852192$
 $W_t = 0,160524852192 - (0,160524852192 \times 2\%)$
 $W_t = 0,151129253824$
 $W_t = 0,151129253824 - (0,151129253824 \times 2\%)$
 $W_t = 0,141733655456$
 $W_t = 0,141733655456 - (0,141733655456 \times 2\%)$
 $W_t = 0,132338057088$
 $W_t = 0,132338057088 - (0,132338057088 \times 2\%)$
 $W_t = 0,12294245872$
 $W_t = 0,12294245872 - (0,12294245872 \times 2\%)$
 $W_t = 0,113546860352$
 $W_t = 0,113546860352 - (0,113546860352 \times 2\%)$
 $W_t = 0,104151261984$
 $W_t = 0,104151261984 - (0,104151261984 \times 2\%)$
 $W_t = 0,094755663616$
 $W_t = 0,094755663616 - (0,094755663616 \times 2\%)$
 $W_t = 0,085360065248$
 $W_t = 0,085360065248 - (0,085360065248 \times 2\%)$
 $W_t = 0,07596446688$
 $W_t = 0,07596446688 - (0,07596446688 \times 2\%)$
 $W_t = 0,066568868512$
 $W_t = 0,066568868512 - (0,066568868512 \times 2\%)$
 $W_t = 0,057173270144$
 $W_t = 0,057173270144 - (0,057173270144 \times 2\%)$
 $W_t = 0,047777671776$
 $W_t = 0,047777671776 - (0,047777671776 \times 2\%)$
 $W_t = 0,038382073408$
 $W_t = 0,038382073408 - (0,038382073408 \times 2\%)$
 $W_t = 0,02898647504$
 $W_t = 0,02898647504 - (0,02898647504 \times 2\%)$
 $W_t = 0,019590876672$
 $W_t = 0,019590876672 - (0,019590876672 \times 2\%)$
 $W_t = 0,010195278304$
 $W_t = 0,010195278304 - (0,010195278304 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000799980032$
 $W_t = 0,000799980032 - (0,000799980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000599980032$
 $W_t = 0,000599980032 - (0,000599980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000399980032$
 $W_t = 0,000399980032 - (0,000399980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000199980032$
 $W_t = 0,000199980032 - (0,000199980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000099980032$
 $W_t = 0,000099980032 - (0,000099980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000049980032$
 $W_t = 0,000049980032 - (0,000049980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000024980032$
 $W_t = 0,000024980032 - (0,000024980032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000012480032$
 $W_t = 0,000012480032 - (0,000012480032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000006240032$
 $W_t = 0,000006240032 - (0,000006240032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000003120032$
 $W_t = 0,000003120032 - (0,000003120032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000001560032$
 $W_t = 0,000001560032 - (0,000001560032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000780032$
 $W_t = 0,000000780032 - (0,000000780032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000390032$
 $W_t = 0,000000390032 - (0,000000390032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000195032$
 $W_t = 0,000000195032 - (0,000000195032 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000097532$
 $W_t = 0,000000097532 - (0,000000097532 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000048766$
 $W_t = 0,000000048766 - (0,000000048766 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000024383$
 $W_t = 0,000000024383 - (0,000000024383 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000121915$
 $W_t = 0,0000000121915 - (0,0000000121915 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000609575$
 $W_t = 0,00000000609575 - (0,00000000609575 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000003047875$
 $W_t = 0,000000003047875 - (0,000000003047875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000015239375$
 $W_t = 0,0000000015239375 - (0,0000000015239375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000076196875$
 $W_t = 0,00000000076196875 - (0,00000000076196875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000380984375$
 $W_t = 0,000000000380984375 - (0,000000000380984375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000001904921875$
 $W_t = 0,0000000001904921875 - (0,0000000001904921875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000009524609375$
 $W_t = 0,00000000009524609375 - (0,00000000009524609375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000047623046875$
 $W_t = 0,000000000047623046875 - (0,000000000047623046875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000238115234375$
 $W_t = 0,0000000000238115234375 - (0,0000000000238115234375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000001190576171875$
 $W_t = 0,00000000001190576171875 - (0,00000000001190576171875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000005952880859375$
 $W_t = 0,000000000005952880859375 - (0,000000000005952880859375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000029764404296875$
 $W_t = 0,0000000000029764404296875 - (0,0000000000029764404296875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000148822021484375$
 $W_t = 0,00000000000148822021484375 - (0,00000000000148822021484375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000744110107421875$
 $W_t = 0,000000000000744110107421875 - (0,000000000000744110107421875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000003720550537109375$
 $W_t = 0,0000000000003720550537109375 - (0,0000000000003720550537109375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000018602752685546875$
 $W_t = 0,00000000000018602752685546875 - (0,00000000000018602752685546875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000093013763427734375$
 $W_t = 0,000000000000093013763427734375 - (0,000000000000093013763427734375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000465068817138671875$
 $W_t = 0,0000000000000465068817138671875 - (0,0000000000000465068817138671875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000002325344085693375$
 $W_t = 0,00000000000002325344085693375 - (0,00000000000002325344085693375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000011626720428466875$
 $W_t = 0,000000000000011626720428466875 - (0,000000000000011626720428466875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000058133602142234375$
 $W_t = 0,0000000000000058133602142234375 - (0,0000000000000058133602142234375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000290668010711171875$
 $W_t = 0,00000000000000290668010711171875 - (0,00000000000000290668010711171875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000001453340053555859375$
 $W_t = 0,000000000000001453340053555859375 - (0,000000000000001453340053555859375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000007266700267779296875$
 $W_t = 0,0000000000000007266700267779296875 - (0,0000000000000007266700267779296875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000036333501338896484375$
 $W_t = 0,00000000000000036333501338896484375 - (0,00000000000000036333501338896484375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000181667506694482421875$
 $W_t = 0,000000000000000181667506694482421875 - (0,000000000000000181667506694482421875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000908337533472412109375$
 $W_t = 0,0000000000000000908337533472412109375 - (0,0000000000000000908337533472412109375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000004541687667362060546875$
 $W_t = 0,00000000000000004541687667362060546875 - (0,00000000000000004541687667362060546875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000022708438336810302734375$
 $W_t = 0,000000000000000022708438336810302734375 - (0,000000000000000022708438336810302734375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000113542191684051513671875$
 $W_t = 0,0000000000000000113542191684051513671875 - (0,0000000000000000113542191684051513671875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000000567710958420257568359375$
 $W_t = 0,00000000000000000567710958420257568359375 - (0,00000000000000000567710958420257568359375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000002838554792101287841796875$
 $W_t = 0,000000000000000002838554792101287841796875 - (0,000000000000000002838554792101287841796875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000014192773960506439208984375$
 $W_t = 0,0000000000000000014192773960506439208984375 - (0,0000000000000000014192773960506439208984375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000000070963869802532196044921875$
 $W_t = 0,00000000000000000070963869802532196044921875 - (0,00000000000000000070963869802532196044921875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000000354819349012660980224609375$
 $W_t = 0,000000000000000000354819349012660980224609375 - (0,000000000000000000354819349012660980224609375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000001774096745063304901123046875$
 $W_t = 0,0000000000000000001774096745063304901123046875 - (0,0000000000000000001774096745063304901123046875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000000008870483725316524505615234375$
 $W_t = 0,00000000000000000008870483725316524505615234375 - (0,00000000000000000008870483725316524505615234375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000000044352418626582622528076171875$
 $W_t = 0,000000000000000000044352418626582622528076171875 - (0,000000000000000000044352418626582622528076171875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000000221762093132913112640380859375$
 $W_t = 0,0000000000000000000221762093132913112640380859375 - (0,0000000000000000000221762093132913112640380859375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000000001108810465664565563201904296875$
 $W_t = 0,00000000000000000001108810465664565563201904296875 - (0,00000000000000000001108810465664565563201904296875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000000005544052328322827816009521484375$
 $W_t = 0,000000000000000000005544052328322827816009521484375 - (0,000000000000000000005544052328322827816009521484375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000000027720261641614114080047607421875$
 $W_t = 0,0000000000000000000027720261641614114080047607421875 - (0,0000000000000000000027720261641614114080047607421875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000000000138601308208070570400238037109375$
 $W_t = 0,00000000000000000000138601308208070570400238037109375 - (0,00000000000000000000138601308208070570400238037109375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,000000000000000000000693006541040352852001190185546875$
 $W_t = 0,000000000000000000000693006541040352852001190185546875 - (0,000000000000000000000693006541040352852001190185546875 \times 2\%)$
 $W_t = 0,0000000000000000000003465032705201764260005950927734375$
 $W_t = 0,0000000000000000000003465032705201764260005950927734375 - (0,0000000000000000000003465032705201764260005950927734375 \times 2\%)$
 $W_t = 0,00000000000000000000017325163526008821300029754638671875$
 $W_t = 0,0000000000000000000001732516352600882130002975463867$

konteks pembelahan bakteri. Lintasan belajar (*learning trajectory*) yang telah di rancang dapat mendukung pemahaman konsep eksponen dengan pendekatan PMRI. *Learning trajectory* yang dikembangkan dari hasil revisi HLT dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan aktivitas pembelajaran selanjutnya.

Pustaka

- Agustin, K. & Linguistika, Y. 2012. Identifikasi Kesalahan Siswa Kelas X pada Evaluasi Materi Sifat-sifat Bilangan Berpangkat dengan Pangkat Bilangan Bulat di SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta. *Prosiding Pendidikan Matematika FMIPA UNY*. Hal. 471-486.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Technipress, Culemborg.
- Gravemeijer, K., & Van Eerde, D. (2009). *Design Research as a Means for Building a Knowledge Base for Teaching in Mathematics Education*. *The Elementary School Journal* Volume 109 Number 5.
- Hewson A.E. 2013. *An Examination of High School Students Misconceptions About Solution Methods of Exponential Equations*. New York: State University of New York.
- Kumalasari, F, Nusantara, T. & Sa'dijah, C. 2016. Defragmenting Struktur Berpikir Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Pertidaksamaan Eksponen. *Jurnal Pendidikan Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(2),246 – 255.
- Mahmuda, A. 2011. *Diagnosis Kesalahan Siswa Menyelesaikan Soal Bentuk Pangkat, Akar dan Logaritma* diakses pada <http://karyailmiah.um.ac.id/index.php/matematika/article/view/16041>. [27 Juli 2019].
- Ozkan, E.M. & Ozkan, A. 2012. Misconception in Exponential Numbers in IST and IIND Level Primary School Mathematics. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 46, 65-69. DOI: *sbspro.2012.05.069*.
- Plomp & Nieveen. (2007). *An Introduction to Educational Design Research*. *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University*, Shanghai (PR China).
- Sembiring, R.K. 2010. Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI): Perkembangan dan Tantangannya. *Jurnal IndoMS. J.M.E, Vol.1 No.1 Juli 2010*, pp. 11-16.
- Susanti, E., Zulkardi & Hartono, Y. 2018. Desain Pembelajaran Materi Eksponen dengan Konteks Perkembangan Tubuh Manusia. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, Febuari, No.1, pp 97 – 106.
- Van de Walle, Karp & Williams. 2010. *Elementary and Middle School Mathematics Teaching Development*. Pearson Education, Inc. USA.
- Weber, K. 2002. Developing Student Understanding of exponents and Logarithm. Paper presented for a conference. Murray State University.
- Zulkardi. (2002). *Developing a Learning Environment on Realistic Mathematics Education for Indonesian Student Teachers*. Thesis University of Twente. The Netherlands: PrinPartners Ipskamp-Enschede.