

ISBN 978-602-14724-7-7



PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA VII

Semarang, 26 Oktober 2013

*"Peran Matematika dan Pendidikan Matematika
dalam Membangun Fondasi Karakter Bangsa"*



Program Pasca Sarjana,
Program Studi Pendidikan Matematika
bekerja sama
Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke Hadirat Allah SWT atas terselenggaranya Seminar Nasional Matematika Ke-VII dengan tema “Peran Matematika dan Pendidikan Matematika dalam Membangun Fondasi Karakter Bangsa”. Seminar Nasional ini merupakan agenda tahunan ke-VII yang dilaksanakan oleh Jurusan Matematika FMIPA UNNES bekerjasama dengan Prodi Pendidikan Matematika S2 Universitas Negeri Semarang Universitas Konservasi.

Penyelenggaraan Seminar Matematika sebagai sarana mengkomunikasikan dan memfasilitasi pertukaran informasi antara tenaga pendidik dan praktisi pendidikan dengan narasumber yang kompeten terkait pembelajaran Matematika.

Ucapan terimakasih pada berbagai pihak yang telah mendukung dalam penyelenggaraan seminar Matematika ke-VII tahun 2013, yaitu ;

1. Prof. Ranbir Singh Malik, Ph.D. (Curtin University, Australia)
2. Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M.Ed. (Direktur Pascasarjana UPI Bandung)
3. Dr. Rochmad, M.Si. (Dosen Jurusan Matematika UNNES)
4. Prof.Dr.Wiyanto, M.Si. (Dekan FMIPA UNNES)
5. Drs. Arief Agoestanto M.Si (Ketua Jurusan Matematika)
6. Prof. Dr. St. Budi Waluya, M.Si (Ketua Prodi S2 Pendidikan Matematika)
7. Peserta dan pemakalah pendamping
8. Panitia pelaksana

Kumpulan artikel yang telah diseminarkan, telah disusun dalam prosiding, mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi pemakalah dan pembaca.. Amin ya robbal lamin.

Semarang, Desember 2013

Panitia

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Oleh: Dr. Iwan Junaedi, M.Pd.

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Yth. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang

Narasumber Utama :

1. Prof. Ranbir Singh Malik, Ph.D. (Curtin University, Australia)
2. Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M.Ed. (Direktur Pascasarjana UPI Bandung)
3. Dr. Rochmad, M.Si. (Dosen Jurusan Matematika UNNES)

Bapak/ ibu Ketua Jurusan di FMIPA UNNES

Peserta Seminar , Pemakalah Pendamping dan Bapak/Ibu tamu undangan

Hadirin yang berbahagia,

Kami atas nama panitia mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga pada saat ini kita dapat hadir dalam kegiatan Seminar Nasional Matematika Ke-VII dengan tema “*Peran Matematika dan Pendidikan Matematika dalam Membangun Fondasi Karakter Bangsa* “. Kegiatan ini diselenggarakan dalam upaya mengkomunikasikan dan memfasilitasi pertukaran informasi dan pengalaman para pendidik di jenjang pendidikan dasar , menengah dan perguruan tinggi serta praktisi pendidikan tentang implementasi atau peranan matematika dan pendidikan matematika dalam membangun Karakter bangsa.

Kegiatan Seminar ini sebenarnya merupakan agenda tahunan dari Jurusan matematika UNNES, namun pada seminar kali ini dari Jurusan Matematika yang bekerjasama dengan Prodi Pendidikan Matematika S2 Universitas Negeri Semarang.

Bapak Dekan dan peserta seminar yang terhormat,

Pada kesempatan kali ini kami laporkan bahwa berdasarkan data peserta kegiatan seminar ini , jumlah peserta yang hadir sekitar 430 Orang peserta dengan peserta pemakalah yang berasal dari kalangan mahasiswa S1, S2, dan S3, guru, dosen, dan praktisi.

Akhirnya, kami mohon bapak Dekan untuk memberikan sambutan dan sekaligus membuka kegiatan seminar ini . Pada kesempatan ini kami selaku panitia menyampaikan ucap terimakasih pada semua pihak atas kerjasamanya sehingga acara seminar hari ini dapat terlaksana.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, November 2013
Ketua Panitia

Dr. Iwan Junaedi, M.Pd.

Susunan Editorial

Penanggungjawab

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.

Tim Review

Prof. Dr. Hardi Suyitno, M.Pd.

Prof. Dr. Sukestiyarno, M.Si.

Prof. Dr. Kartono, M.Si.

Dr. Zainuri Mastur, S.E. M. Si.,Akt.

Dr. Dwijanto, M.S.

Dr. Wardono, M. Si

Dr. Sc. Mariani, M.Si.

Ketua

Dr. Iwan Junaedi, M.Pd.

Tim Editor

Ardhi Prabowo, S.Pd., M.Pd.

Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs.

Ary Woro Kurniasih, S.Pd., M.Pd.

M. Kharis, S.Si., M.Sc.

Bambang Eko Susilo, S.Pd., M.Pd..

Franky Martion, S.Pd.

Cover Layout

Luky Triohandoko

Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs

DAFTAR ISI PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA 2013

"Peran Matematika dan Pendidikan Matematika dalam Membangun Fondasi Karakter Bangsa"

Makalah Utama

No	Nama	Judul	Hal
1	Ranbir Singh Malik	<i>Deep Learning and Academic Literacy—How They Would Contribute to Character Building?</i>	i
2	Didi Suryadi	<i>Didactical Design Research (DDR)</i> dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika	xiii
3	Rochmad	Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Pembelajaran Matematika	xxv

Makalah Pendamping

Bidang kajian: Pendidikan Matematika

No	Nama	Judul	Hal
1	Afit Istiandaru, Amin Suyitno, Endang Sugiharti	Keefektifan Model Pembelajaran <i>Think Pair Share</i> Menggunakan <i>E-Learning Moodle</i> terhadap Hasil Belajar dan Kecemasan Matematika Siswa SMA	1
2	Agustinus Sroyer	Pendidikan Karakter sebagai Pembangun <i>Soft Skills</i> dalam Pembelajaran Matematika	13
3	Ahmad Dzulfikar	Studi Literatur: Kecemasan dalam Belajar Matematik	21
4	Ali Shodikin	Strategi <i>Abduktif-Deduktif</i> Versus Disposisi: Bagaimana Proses Berpikir Matematik Mempengaruhi Sikap Siswa?	29
5	Amin Suyitno, Endang Sugiharti	Pembelajaran Berhitung dari SD/MI kelas rendah melalui Pendekatan <i>Saintific</i> (melalui penyajian berbantuan alat peraga atau komputer)	43
6	Andri Suryana	Penerapan Model Pembelajaran PACE dalam Meningkatkan <i>Self-Renewal Capacity</i>	53
7	Anindya Dwi Wardhani	Studi Perbedaan Keefektifan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Learning Cycle 5E</i> dan Tipe SAVI terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik Kelas VIII SMP Negeri 39 Semarang	61
8	Arief Agoestanto, Soviana Nur Savitri	Keefektifan Pembelajaran Matematika Mengacu Pada <i>Missouri Mathematics Project</i> Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah	71
9	Ary Woro Kurniasih	Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dalam Mengembangkan Keterampilan Mengajar Mahasiswa Calon Guru	79

10	Budi Utomo	“ <i>Self Assesment</i> ” Untuk Meningkatkan Karakter Siswa Dalam Pembelajaran Matematika	89
11	Desy Lusiyana, Iwan Junaedi, Amin Retnoningsih	Studi Kemampuan Guru Matematika dalam Membuat Soal Pemecahan Masalah Berdasar level higher order thinking (HOT) Taksonomi Bloom	97
12	Eline Yanty Putri Nasution	Meningkatkan Kemampuan dan Disposisi Berpikir Kreatif Siswa melalui Pendekatan <i>Open-Ended</i>	107
13	Ema Butsi Prihastari	Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Cinta Lingkungan Melalui Pembelajaran Matematika Teknik Scaffolding di Laboratorium Alam Materi Geometri Kelas V	117
14	Emi Pujiastuti	Mempersiapkan Guru sebagai Barisan Terdepan dalam Menggalakan PTK Penelitian Tindakan Kelas Berbasis karakter	127
15	Endah Budi Rahaju	Proses Berpikir Siswa SMP dalam Pembentuk Konsep Persegipanjang Ditinjau Berdasarkan <i>Gender</i>	135
16	Endang Retno Winarti	Implementasi Pendekatan ACE Untuk meningkatkan Pemahaman karakter mahasiswa pada Matakuliah Statistika Penelitian	145
17	Faridatul Masruroh	Model Pembelajaran Pengajuan Pertanyaan Matematika (PPM) Untuk Menstimuli Penalaran Matematis Siswa	153
18	Georgina Maria Tinungki	Refleksi dan Metakognisi dalam Pendidikan Matematika	165
19	H.A Parhusip	Pembelajaran Konvergensi Barisan Bilangan Dan Fungsi Real Dengan MATLAB dan <i>Geogebra</i>	175
20	Hendri Handoko	Pembentukan Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Pembelajaran Matematika Model SAVI Berbasis <i>Discovery Strategy</i> di Laboratorium Teenzania	189
21	Isti Hidayah, Hery Sutarto, Sugiarto	Kajian Tahapan Enaktik-Ikonik-Simbolik dalam Pembelajaran Tematik Kompetensi Dasar Matematika Kelas IV	199
22	Iwan Junaedi, Hery Sutarto	Pengembangan Laboratorium Matematika Berbasis <i>Etnomathematics</i> Sebagai Penunjang Eduwisata Unnes	207
23	Kartono	Desain Asesmen Metakognitif Peserta Didik Berbasis Asesmen Proyek Pembelajaran Matematika	215
24	Khairul Anwar	<i>Mathematical Thinking Styles</i> dan Prilaku Siswa dalam Pemodelan Masalah Matematika: Sebuah Penyesuaian Pembelajaran dalam Perspektif Kognitif	225

25	Masrukan	Pengaruh Asesmen Kinerja terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP Kelas VIII	237
26	Mega Teguh Budiarto	<i>Rigorous Mathematical Thinking</i> dalam Pembelajaran Geometri: Fungsi Kognitif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Geometri ditinjau dari Jenis Soal dan Kemampuan Geometri	247
27	Muhamad Yasin, Iwan Junaedi, Edy Cahyono	Gaya Komunikasi Guru Matematika dalam Pembelajaran Ditinjau Dari Teori Komunikasi Logika Desain Pesan	255
28	Muhammad Noor Kholid	Peran Pemahaman Geometri Datar Terhadap Prestasi Geometri Analit Datar	267
29	Muhammad Noor Kholid	Eksperimentasi Model Pembelajaran Thinkpair Share (TPS) Berbasis Assessment For Learning (AFL) Melalui Penilaian Pasangan	273
30	Mujiasih	Peran Pembelajaran Tematik dalam Pembentukan Karakter	281
31	Mulyono	Sebuah Model Pembelajaran Beracuan pada Teori APOS	289
32	Nur Eva Zakiah	Pembelajaran dengan Pendekatan <i>Open-Ended</i> Untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognitif dan <i>Self-Esteem</i> Siswa	297
33	Kaselin, Sukestiyarno, Budi Waluya	Kemampuan Komunikasi Matematis Pada Pembelajaran Matematika dengan Strategi React Berbasis Etnomatematika Materi Segiempat Kelas VII	305
34	Nur Fatimah A.M, Much. Aziz Muslim	Rancang Bangun alat permainan Edukatif untuk Pengenalan angka dan Bilangan pada Anak Usia Dini	313
35	Nuriana Rachmani Dewi (Nino Adhi)	Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis Mahasiswa Melalui <i>Brain-Based Learning</i> Berbantuan Web	319
36	Ontang Manurung	Profil Kreativitas Penyelesaian Masalah Geometri Siswa SMP Kelas VIII Ditinjau Dari Perbedaan Kemampuan Matematika	329
37	Rosyida Ekawati, Iwan Junaedi, Sunyoto Eko Nugroho	Studi Respon Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Taksonomi Solo	335
38	Sayyidatul Karimah	Pengaruh Penguasaan Konsep terhadap Kemampuan Menyelesaikan Soal Aplikasi Matematika Mata Kuliah Matematika	345
39	Setiyani	Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Topik Bangun Ruang Sisi Datar	351

40	Subhan, Isti Hidayah, Zaenuri M	Keefektifan Model Pembelajaran Pemecahan Masalah dengan <i>I-Software Geogebra</i> dan Powerpoint terhadap Hasil Belajar Matematika Materi Persamaan Garis Lurus Kelas VIII	361
41	Sukestiyarno	Pembelajaran Matematika dengan pendekatan ATONG berbasis Pendidikan Karakter Materi Statistika Kelas XII SMK	369
42	Sumliyah	Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika dengan Pendekatan Value Clarification Technique Berbasis Karakter Materi Program Linear	377
43	Suswati, Hardi Suyitno, Mulyono	Pembelajaran Matematika Model CTL Dengan Pendekatan Humanistik Bermuatan Pendidikan Karakter Pada Pemecahan Masalah Materi Trigonometri	387
44	Syarifatul Maf'ulah	Profil Reversibilitas Siswa SD dalam Menyelesaikan Soal Pecahan	397
45	Wardono	Model Pembelajaran Inovatif PMRI Bermuatan Pendidikan Karakter Berorientasi PISA Untuk Meningkatkan Literasi Matematika	405
46	Wardono, Ika Fitriyani	Problem Based Learning Berorientasi <i>Programme For International Student Assessment</i> Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika	415
47	Winarno	Kemampuan Berpikir Kreatif pada Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Scaffolding Berbasis Karakter Materi Dimensi Tiga Kelas X	423
48	Wiwit Damayanti Lestari	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan <i>Habits Of Managing Impulsivity</i> Siswa Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation	433
49	Wurinda Agustina	Integrasi Pendidikan Karakter Melalui Penerapan Pendekatan Matematika Realistik di Madrasah Tsanawiyah	445
50	Yeyen Herlina	Pengaruh Penggunaan Model Pohon Matematika terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dengan Pokok Bahasan Segiempat	453
51	Yuli Fitriyono	Meningkatkan Prestasi Belajar Peserta didik dengan Metode <i>Number Heads Together</i> (NHT) Tipe <i>Number Frenzy</i> berbantuan CD Pembelajaran Materi Faktorisasi Aljabar pada MTs Futuhiyyah 1 Mranggen Demak	461
Bidang kajian: Statistika			
52	Janse Oktaviana	Perbandingan Uji Normalitas Berdasarkan Metode	473

	Fallo, Adi Setiawan, Bambang Susanto	<i>Anderson-Darling, Cramer-von Mises dan Lilliefors</i>	
53	Mohamad Afiffudin	Pembelajaran Statistic Penelitian berbasis ketepatan uji statistic Pada Analisis Data Penelitian Kuantitatif yang Dilakukan Mahasiswa Untuk menghindarkan anak bangsa dari Potensi Karakter <i>Scientif Cheating</i>	485
54	Novatiara Fury Pritasari, Hanna Arini Parhusip, Bambang Susanto	Analisis Respon Mahasiswa Kelas Listening Menggunakan Metode <i>Paired Comparisons</i>	493
55	Putriaji Hendikawati	Perbandingan Prestasi Belajar Mahasiswa Berdasarkan Jenis Kelamin dan Program Studi Menggunakan Regresi dengan Variabel Dummy	501
56	Scolastika Mariani, Putut Mitasarhi	Pemilihan Estimator α - Stable dan ukuran sampel Optimal dalam Analisis Harga Aset	509
57	Stevvileny Angu Bima, Adi Setiawan, Tundjung Mahatma	Pembentukan Sampel Baru Yang Masih Memenuhi Syarat Valid dan Reliabel Dengan Teknik Resampling	521
58	Sukono, Emah Suryamah, Fujika Novinta	Prediksi Harga Minyak Mentah Indonesia Menggunakan Model ARIMA-GARCH	531
	Bidang kajian: Aljabar		
59	Bambang Susanto	Dekomposisi Nilai Singular Suatu Matrik	541
60	Hamidah Suryani Lukman	Kajian Tentang Teorema <i>Burnside</i> Dan Aplikasinya	547
61	Mochamad Suyudi, Ismail Bin Mohd, Mustafa Mamat, Sudradjat Supian, Asep K. Supriatna	Pewarnaan Fraksional Dengan Menggunakan Sifat-Sifat Pemrograman Linier Untuk Menentukan Clique Maksimum Dari Suatu Graf	555
62	R. Sulaiman, Budi Priyo Prawoto	Formula Banyak Subgrup <i>Fuzzy</i> Dari Grup Hingga Yang Latticenya Berpola Persegipanjang	565
63	Rahayu Budhiati Veronica	<i>Moore-Penrose</i> Invers Atas Ring Komutatif dengan Elemen Satuan	573
64	Sugi Guritman, Nur Aliatiningtyas, Teduh Wulandari, Muhammad Ilyas	Konstruksi Keluarga Fungsi <i>Hash</i> Berbasis Latis Ideal	585

Bidang kajian: Matematika Terapan

65	Marsudi dan Ari Andari	Analisis Kualitatif Model Penyebaran HIV dengan Skrining dan Terapi HIV	593
66	Muhamad Ghoni Rif'an	Trigonometri dalam Motif Batik Fraktal	603
67	Ruhyat, I Wayan Mangku, I Gusti Putu Purnaba	Peluang Kebangkrutan pada Model Risiko dengan Proses Poisson Takhomogen	617
68	S.B.Waluya, Sukestiyarno	Vibrasi Kabel Akibat Pengaruh Gaya Luar dan Masa yang Berubah Secara Periodik	625
69	Syamsuddin Toaha, Jeffry Kusuma, Moh. Ivan Azis, Khaeruddin, Wahyudi Rusdi	Pengaruh Waktu Tunda Pada Kestabilan Model Epidemik SEIR	639
70	Vina Puspita Dewi, Hanna Arini Parhusip, Lilik Linawati	Analisis Hasil Panen Padi Menggunakan Pemodelan Kuadrat	649

Bidang kajian: Analisis dan Geometri

71	Hendra Setiawan Mulyana	Basis Ortonormal Di Ruang Hasil Kali Dalam Ruang Vektor Polinom Real (*)	659
----	-------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-----

Bidang kajian: Kombinatorika

72	Isnaini Rosyida, Widodo, Ch.Rini Indrati, Kiki Ariyanti Sugeng	Karakteristik Himpunan Kromatik Fuzzy Dari Pewarnan Fuzzy-D	663
----	----------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	-----

Bidang kajian: Ilmu Komputer

73	Alamsyah	Sistem Seleksi Beasiswa Online (Studi Kasus Beasiswa PPA dan BBM)	669
----	----------	-------------------------------------------------------------------	-----

SEBUAH MODEL PEMBELAJARAN BERACUAN PADA TEORI APOS

Mulyono

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang
mulyono_unnes@yahoo.com

Abstrak

Teori APOS merupakan teori yang mempelajari bagaimana individu belajar konsep matematika. Teori ini mengemukakan bahwa dalam membangun sebuah konsep matematika, individu melalui tahap-tahap aksi, proses, objek, dan skema. Berdasarkan teori ini pengembang pendidikan dapat membuat model pembelajaran yang berorientasi pada teori ini. Teori ini menyediakan langkah-langkah konstruksi konsep matematika, model pembelajaran yang dikembangkan dapat memasukkan langkah-langkah ini ke dalam model pembelajaran yang dibuat pada langkah-langkah pembelajarannya. Sintaks pembelajaran yang diajukan penulis terdiri atas fase: Informasi; Kerja Individu; Diskusi Kelompok; Diskusi Kelas; Resume dan Evaluasi.

Kata kunci: model pembelajaran, sintaks, Teori APOS

A. PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu ilmu dasar yang pola pikir dan penerapannya mempunyai peranan penting dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi. Ini berarti bahwa sampai batas tertentu matematika perlu dikuasai oleh segenap warga negara, baik pola pikirnya maupun penerapannya. Oleh sebab itu peranan pendidikan matematika sangat penting dalam usaha mengembangkan sumber daya manusia yang bermutu tinggi. Namun, harus diakui bahwa mutu pendidikan matematika di Indonesia masih rendah. Pada tingkat nasional prestasi siswa dalam pelajaran matematika pada umumnya lebih rendah dari pelajaran-pelajaran lainnya, sedangkan pada tingkat internasional prestasi siswa-siswa Indonesia masih berada di papan bawah.

Dilihat dari prestasi siswa dalam matematika mulai dari Sekolah Dasar (SD) sampai ke Sekolah Menengah Atas (SMA) selalu di bawah nilai rata-rata mata pelajaran lain. Hal ini dapat diakibatkan oleh berbagai faktor antara lain faktor sekolah, faktor guru, faktor siswa, faktor pembelajaran, materi matematika itu sendiri dan faktor lainnya. Usaha untuk meningkatkan mutu pendidikan, khususnya pendidikan matematika telah banyak dilakukan, bahkan terus menerus diupayakan. Upaya peningkatan proses pembelajaran terus dilakukan dan dikembangkan untuk mencapai tujuan pendidikan matematika. Namun, materi matematika sampai saat ini masih dirasakan sulit dalam memahaminya oleh sebagian besar siswa atau ada beberapa siswa yang merasa takut mempelajari matematika mulai dari sekolah dasar (SD) sampai sekolah lanjutan.

Kesulitan belajar matematika terutama disebabkan sifat khusus matematika yang memiliki objek abstrak yang bisa dikatakan “berseberangan” dengan perkembangan intelektual siswa (Soedjadi, 2000). Salah satu ciri penting matematika adalah memiliki objek abstrak, sehingga kebanyakan siswa menganggap bahwa matematika itu sulit. Sifat abstrak tersebut merupakan salah satu penyebab sulitnya seorang guru mengajarkan matematika sekolah. Namun sebagai seorang guru, harus berusaha mengurangi sifat abstrak tersebut sehingga memudahkan siswa menangkap materi yang diberikan. Sebagai guru perlu

memahami cara-cara penyampaian materi pelajaran. Jadi di samping penguasaan materi, cara menyajikan atau menyampaikan materi matematika merupakan syarat mutlak yang harus dikuasai seorang guru matematika.

Salah satu penyebab kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal matematika disebabkan kurang mantabnya pemahaman tentang konsep-konsep matematika. Rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep matematika ditandai oleh rendahnya hasil belajar. Ada dua prinsip yang harus diperhatikan dalam mempelajari konsep matematika, yaitu:

- (1) Mempelajari konsep matematika sebaiknya senantiasa disertai contoh konsep itu dan bukan contoh, dan tidak hanya dipahami lewat definisi saja.
- (2) Karena dalam matematika konsep-konsep hampir selalu disusun dari konsep-konsep lain, maka harus terjamin bahwa konsep-konsep sebelumnya sudah dikuasai.

Dari prinsip kedua ini tersirat pentingnya memahami konsep-konsep dasar untuk memahami konsep yang lebih tinggi.

Pembelajaran matematika dan sains akhir-akhir ini banyak dipengaruhi filsafat konstruktivisme. Menurut Soedjadi (2000), pada dasarnya pendekatan konstruktivisme dalam belajar adalah siswa harus secara individual menemukan dan mentransformasi informasi yang kompleks, memeriksa dengan aturan yang ada, dan merevisi bila perlu. Selanjutnya guru bertindak sebagai fasilitator dan mediator.

Menurut konstruktivisme, pelajar sendirilah yang bertanggung jawab atas hasil belajarnya. Mereka membawa pengertiannya yang lama dalam situasi belajar yang baru. Mereka sendiri yang membuat penalaran atas apa yang dipelajarinya dengan cara mencari makna, membandingkan dengan apa yang telah ia ketahui serta menyelesaikan ketegangan antara apa yang telah ia ketahui dengan apa yang ia perlukan dalam pengalaman baru.

Menurut Marpaung (2005) bahwa dengan perkembangan psikologi kognitif, teori belajar pun berubah. Belajar adalah menangkap informasi (sensori register), meneruskan ke memori jangka pendek untuk diolah dan menyimpan hasil olahan itu dalam memori jangka panjang, mengambil kembali pengetahuan yang tersimpan itu untuk dibawa ke memori jangka pendek jika dibutuhkan untuk diolah kembali dengan informasi baru yang masuk ke memori jangka pendek, sehingga menghasilkan pengetahuan baru yang akan disimpan dalam memori jangka panjang. Dengan demikian pengetahuan yang kita simpan dalam memori jangka panjang terus menerus diperbarui melalui transformasi. Menurut Piaget transformasi itu dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu *asimilasi* dan *akomodasi*. *Asimilasi* adalah mengubah struktur informasi yang baru masuk ke memori jangka pendek agar sesuai dengan skema yang sudah ada dalam memori jangka panjang, sedangkan *akomodasi* adalah melakukan perubahan pada skema yang sudah ada dalam memori jangka panjang agar sesuai dengan struktur informasi yang baru masuk, sehingga informasi itu dapat diterima, artinya dapat disimpan dalam memori jangka panjang. Pengolahan itu harus dilakukan secara aktif oleh si siswa. Guru dalam pembelajaran bukan lagi seseorang yang aktif untuk mengajari (memberi tahu) siswa yang hanya menerima, tetapi sebagai pembantu (fasilitator dan pembimbing) siswa dalam aktifitasnya mengolah pengetahuan. Piaget lebih menekankan aktivitas individu daripada aktivitas sosial. Dalam pembelajaran matematika, dampaknya adalah kompetisi individual.

Wolfolk (dalam Marpaung, 2005) mengatakan bahwa Vygotsky mengkritik pandangan Piaget. Vygotsky berpendapat bahwa belajar adalah aktivitas sosial. Perkembangan kognitif siswa terjadi melalui interaksi dan pembicaraan antara anak-anak dengan temannya yang lebih mampu atau dengan orang tua atau dengan anggota masyarakat yang memiliki kemampuan kognitif. Teorinya yang terkenal adalah 'the zone of proximal development'.

Studi dan pengakuan terhadap karya atau teori Vygotsky telah memunculkan model-model pembelajaran, termasuk pembelajaran matematika seperti pembelajaran koperatif dan

pembelajaran kolaboratif. Ide scaffolding, yaitu bantuan yang dibutuhkan siswa adalah bantuan yang sesuai untuk mengubah pengetahuan potensialnya menjadi pengetahuan aktual, muncul dari ide Vygotsky yang disebut di atas.

Menurut Hudojo (2005), pembelajaran matematika perlu memperhatikan skemata anak agar terjadi proses asimilasi dan akomodasi dalam pembentukan skemata siswa. Karena itu, perlu strategi pembelajaran matematika sehingga matematika yang abstrak dapat terserap oleh para siswa sesuai dengan perkembangan intelektualnya. Pembelajaran yang hanya berorientasi hasil belajar yang dapat diamati dan diukur cenderung kepada penguasaan pengetahuan itu merupakan akumulasi dari pengetahuan sebelumnya. Belajar merupakan proses aktif untuk mengembangkan skemata, sehingga pengetahuan (dalam hal ini matematika) yang terdiri dari konsep-konsep dan prinsip-prinsip terkait satu sama lain. Dari sini terlihat bahwa belajar matematika itu merupakan proses membangun/mengkonstruksi konsep-konsep dan prinsip-prinsip, tidak sekedar “penggrojokan” yang terkesan pasif dan statis, namun belajar itu harus aktif dan dinamis.

Menurut ahli psikologi kognitif, pengetahuan itu sebaiknya dikonstruksi sendiri oleh siswa. Piaget (dalam Suparno, 1997) menyatakan bahwa pengetahuan matematika harus dikonstruksi oleh siswa sendiri melalui interaksi dengan objek yang sedang dipelajari. Dubinsky (2000) mengemukakan teori konstruksi pengetahuan/ matematika melalui 4 langkah yaitu aksi, proses, objek, dan skema. Keempat langkah itu kemudian disebut kerangka APOS.

Menurut kerangka kerja APOS, pertama siswa hendaknya mempunyai kesempatan untuk berinteraksi secara langsung dengan objek yang sedang dipelajari. Interaksi ini melalui kegiatan manipulasi, baik manipulasi secara fisik maupun manipulasi yang bersifat mental. Aktivitas ini disebut *aksi*. Kedua, siswa harus memahami bahwa setiap konsep memiliki karakteristik tertentu yang berbeda dengan karakteristik konsep lain. Karakteristik ini diperoleh dari pemahaman dari aksi-aksi yang dilakukan, yang menurut kerangka APOS, yaitu dengan menginteriorisasi (menjadi bagian dalam benak siswa) aksi menjadi *proses*. Ketiga, hendaknya dapat menempatkan karakteristik yang telah dipahami itu dalam struktur tertentu sehingga menjadi objek. Tahapan ini dalam kerangka APOS yang disebut meng-*enkapsul*-kan proses menjadi objek.

Menurut Herman (2005), membelajarkan anak sehingga siswa memahami matematika, teori belajar dengan kerangka kerja APOS yang diaplikasikan ke dalam metode mengajar dalam bentuk diskusi kelompok kecil sehingga terjadi kooperatif merupakan salah satu alternatif yang dapat kita kerjakan agar belajar matematika tidak statis, melainkan dinamik dan bahkan berkembang sehingga meningkatkan kemampuan siswa dalam problem solving.

Dari uraian di atas perlu adanya model pembelajaran yang bisa mengatasi masalah pendidikan yang telah diungkapkan di atas, terutama yang dapat memfasilitasi terjadinya pembentukan skema melalui langkah-langkah aksi-proses-objek-skema. Selain itu model tersebut dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan ide dan berinteraksi dengan teman lain. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana pembelajaran yang efektif dan praktis yang mengacu pada Teori APOS?

B. KAJIAN TEORI

1. Pembelajaran dalam Pandangan Konstruktivisme

Konstruktivisme adalah salah satu filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan kita adalah konstruksi (bentukan) kita sendiri (von Glasersfeld dalam Suparno, 1997). Para konstruktivis percaya bahwa pengetahuan itu ada dalam diri seseorang yang sedang mengetahui. Pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari otak seseorang (guru) ke kepala orang lain (siswa). Siswa sendirilah yang harus mengartikan apa yang telah

diajarkan dengan menyesuaikan terhadap pengalaman-pengalaman mereka (Lorsbach & Tobin dalam Suparno, 1997). Tanpa pengalaman, seseorang tidak dapat membentuk pengetahuan. Pengalaman tidak harus diartikan sebagai pengalaman fisik, tetapi dapat juga diartikan sebagai pengalaman kognitif dan mental. Menurut von Glasersfeld pengetahuan itu dibentuk oleh struktur konsepsi seseorang sewaktu ia berinteraksi dengan lingkungannya.

Menurut Hudojo (2005) agar lebih spesifik, pembelajaran matematika dalam pandangan konstruktivisme antara lain dicirikan sebagai berikut.

1. Siswa terlibat aktif dalam belajarnya. Siswa belajar materi matematika secara bermakna dengan bekerja dan berpikir. Siswa belajar bagaimana belajar itu.
2. Informasi baru harus dikaitkan dengan informasi lain sehingga menyatu dengan skemata yang dimiliki siswa agar pemahaman terhadap informasi (materi) kompleks terjadi.
3. Orientasi pembelajaran adalah investigasi dan penemuan yang pada dasarnya adalah pemecahan masalah.

Berpikir yang baik lebih penting daripada mempunyai jawaban yang benar atas suatu persoalan yang sedang dipelajari. Jika seseorang mempunyai cara berpikir yang baik, dalam arti bahwa cara berpikirnya dapat digunakan untuk menghadapi fenomena baru, akan dapat menemukan pemecahan dalam menghadapi persoalan yang lain. Dalam konteks ini, mengajar adalah membantu seseorang berpikir secara benar dengan membiarkannya berpikir sendiri. Menurut prinsip konstruktivis, seorang guru berperan sebagai mediator dan fasilitator yang membantu agar proses belajar siswa berjalan dengan baik. Sebagai mediator dan fasilitator hendaknya guru: (1) memberikan pengalaman belajar memungkinkan siswa bertanggung jawab dalam membuat rancangan, proses, dan penelitian, (2) menyediakan kegiatan-kegiatan yang merangsang keingintahuan siswa dan membantu mereka untuk mengekspresikan gagasannya dan mengkomunikasikan ide mereka, dan (3) memonitor.

Menurut Hudojo (2005) sebagai implikasi dari ciri-ciri pembelajaran dalam pandangan konstruktivis terhadap pembelajaran matematika, maka lingkungan belajar perlu diupayakan sebagai berikut.

1. Menyediakan pengalaman belajar dengan mengaitkan pengetahuan yang telah dimiliki siswa sedemikian rupa sehingga belajar melalui proses pembentukan pengetahuan.
2. Menyediakan berbagai alternatif pengalaman belajar, tidak semua mengerjakan tugas yang sama, misalnya suatu masalah dapat diselesaikan dengan berbagai cara.
3. Mengintegrasikan pembelajaran dengan situasi yang realistik dan relevan dengan melibatkan pengalaman konkret, misalnya untuk memahami suatu konsep matematika melalui kenyataan dalam kehidupan sehari-hari.
4. Mengintegrasikan pembelajaran sehingga memungkinkan terjadinya transmisi sosial yaitu terjadinya interaksi dan kerjasama seseorang dengan orang lain atau lingkungannya, misalnya interaksi dan kerjasama antara siswa, guru, siswa-siswa.
5. Memanfaatkan berbagai media termasuk komunikasi lisan dan tertulis sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif.
6. Melibatkan secara emosional dan sosial sehingga matematika menjadi menarik dan siswa mau belajar.

2. Teori APOS dalam Berpikir Matematika

Teori perkembangan kognitif dan teori pengetahuan Piaget cukup banyak mempengaruhi bidang pendidikan, terutama perkembangan pengetahuan pembelajar dan juga bagaimana pembelajar belajar serta bagaimana pengajar membimbing pembelajar belajar. Piaget

adalah seorang peneliti yang sangat berpengaruh dalam bidang psikologi perkembangan selama abad ke-20. Menurut Piaget (Slavin, 2000), teori psikologi dapat menggunakan konsep biologi, bahwa intelegensi dapat dilihat sebagai suatu adaptasi organisme terhadap lingkungannya. Tingkah laku untuk beradaptasi dengan lingkungan selalu dikontrol oleh organisasi mental yang disebut skema. Seorang individu akan mengkonstruksi skema baru dengan menggunakan abstraksi reflektif (yakni abstraksi dari objek-objek mental). Dubinsky, dkk (2000) mengadaptasi ide Piaget menjadi teori perkembangan skema seseorang yang berpusat pada berpikir secara matematis, berupa kerangka APOS (Aksi-Proses-Objek-Skema).

Teori APOS hadir diawali dengan hipotesis bahwa pengetahuan matematika dari individu adalah kecenderungan individu untuk merespons situasi-situasi masalah matematika yang dirasakan dan solusi-solusinya dengan merefleksikan pada situasi-situasi masalah matematika yang dirasakan dan solusi-solusinya dalam konteks sosial dan mengkonstruksi atau merekonstruksi aksi-aksi matematika, proses-proses dan objek-objek, dan mengorganisasikan aksi-aksi, proses-proses dan objek-objek ini dalam skema-skema untuk menghadapi situasi-situasi tersebut. Hal ini seperti yang dikemukakan Dubinsky (2000) dalam kutipan di bawah ini.

An individual's mathematical knowledge is her or his tendency to respond to perceived mathematical problem situations and their solutions by reflecting on them in a social context and constructing or reconstructing mathematical actions, processes and objects and organising these in schemas to use in dealing with the situations.

Konstruksi-konstruksi mental itu disebut Teori APOS. Ide ini muncul dari upaya untuk mengembangkan karya Piaget tentang abstraksi reflektif dalam pembelajaran anak-anak ke level pembelajaran matematika perguruan tinggi. Teori APOS ini muncul sebagai upaya untuk memahami mekanisme dari abstraksi reflektif yang diperkenalkan oleh Piaget untuk menggambarkan perkembangan berpikir logis pada anak-anak, dan mengembangkan ide ini ke konsep matematika yang lebih lanjut.

Menurut Dubinsky (2000) karakteristik-karakteristik yang harus dimiliki oleh suatu teori pembelajaran adalah sebagai berikut.

- 1) *Mendukung prediksi.* Suatu teori seharusnya membantu kita untuk mengatakan bahwa jika fenomena tertentu (sebut *antecedent*) teramati, maka fenomena-fenomena lain, kemungkinan besar akan terjadi sebagai akibatnya (*consequent*). Idealnya, fenomena-fenomena ini dapat diamati. Lebih dari itu, *antecedent* itu sebaiknya mempunyai suatu sifat sedemikian sehingga memungkinkan guru dapat membantu perkembangan siswa melalui pengajaran yang cocok. Tentunya, fenomena akibatnya terdiri atas pengetahuan matematika dan pemahaman.
- 2) *Memiliki kemampuan untuk menjelaskan.* Dengan teori memungkinkan untuk menjelaskan, baik secara kasar maupun halus, kesuksesan dan kegagalan tertentu dari individu dan kelompok siswa dalam percobaan untuk mempelajari topik-topik matematika.
- 3) *Dapat diterapkan pada jangkauan fenomena yang luas.* Individu tidak cukup hanya mengamati sebuah fenomena atau beberapa fenomena saja, untuk itu perlu dikembangkan suatu teori untuk menghubungkan dan mengamati fenomena-fenomena tersebut. Teori itu seharusnya dapat diterapkan untuk fenomena yang berbeda dengan fenomena yang digunakan untuk pengembangan teori tersebut.
- 4) *Membantu mengorganisasi pemikiran tentang fenomena-fenomena belajar.* Pemikiran tentang belajar cenderung sesaat, bersifat sepotong-sepotong, dan terbatas pada pengalaman individu sebagai siswa dan/atau sebagai guru. Penyelidikan yang ilmiah dari

suatu bidang, seperti belajar matematika, memerlukan suatu struktur yang terorganisasi, termasuk definisi-definisi dari konsep-konsep teoritis dan hubungan-hubungannya, yang mendorong para praktisi untuk mendisiplinkan diri untuk mengikuti struktur tersebut.

- 5) *Sebagai alat untuk menganalisis data.* Suatu metode untuk menganalisis himpunan data untuk membenamkan diri ke dalamnya, mendiskusikannya dalam tim riset dan menggunakan pikiran terbaik orang untuk membuat makna tentang data itu. Teori harus menyediakan metode analisis yang lebih sistematis. Teori seharusnya mengatakan kepada peneliti pertanyaan-pertanyaan apa untuk menanyakan tentang data itu dan bagaimana menginterpretasi jawaban-jawaban itu.
- 6) *Menyediakan bahasa untuk mengkomunikasikan tentang pembelajaran.* Riset dan perkembangan kurikulum harus dilakukan oleh lebih dari satu orang atau tim membuat investigasi-investigasi dan memperoleh hasil-hasil. Pekerjaan itu harus dikomunikasikan dan yang terbaik dilakukan jika ada bahasa umum yang diterima secara umum. Sebuah teori dapat menyediakan alat komunikasi semacam itu.

Teori APOS adalah elaborasi tentang konstruksi mental dari aksi, proses, objek, dan skema. Menurut Dubinsky (2000) dan DeVries (2001), kerangka kerja teori APOS dalam mengkonstruksi konsep matematika adalah sebagai berikut.

An action is transformation of an object which is perceived by the individual as being external. The transformation is carried out by reacting to external cues that give precise details on what steps to take. When an action is repeated, and the individual reflects upon it, it may be interiorized into a process. That is, an internal construction is made that performs the same action, but now not necessarily directed by external stimuli. When an individual reflects on actions applied to a particular process, became aware of the process as a totality, realizes that transformations (whether they be actions or process) can act on it, and is able to actually construct such transformations, then we say the individual has reconstructed this process as a cognitive object. A schema for a certain piece of mathematics is an individual's collection of actions, processes, objects, and other schemas which are linked consciously or unconsciously in a coherent framework in the individual's mind and may be brought to bear upon a problem situation involving that area of mathematics.

Dubinsky (2000) menyatakan sebuah teori tentang Aksi-Proses-Objek-Skema. Pada teori tersebut, skema merupakan hasil akhir dari sebuah struktur organisasi. Dalam seting APOS, sebuah aksi adalah transformasi fisik atau mental dari objek-objek untuk memperoleh objek-objek lain. Sebuah proses muncul dari sebuah aksi ketika seseorang dapat merefleksikan dan mengontrol aksi tersebut. Sebuah proses menjadi sebuah objek jika individu tersebut menyadari totalitas dari proses, menyadari bahwa transformasi dapat berlaku padanya, dan dapat mengkonstruksi transformasi seperti itu. Skema dalam teori ini sebagai sebuah struktur organisasi dari aksi, proses, dan objek.

C. PEMBAHASAN

Konstruktivisme memandang pengetahuan tidak dapat ditransfer begitu saja dari pikiran yang mempunyai pengetahuan ke pikiran orang yang belum mempunyai pengetahuan. Bila seorang guru bermaksud mentransfer konsep, ide, dan pengertiannya kepada siswa, pemindahan itu harus diinterpretasikan dan dikonstruksi oleh sistem siswa lewat pengalamannya. Banyaknya siswa yang salah menangkap apa yang diajarkan oleh gurunya menunjukkan bahwa pengetahuan itu tidak dapat begitu saja dipindahkan, melainkan harus dikonstruksi atau paling sedikit diinterpretasikan sendiri oleh siswa. Setiap orang harus mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Pengetahuan bukan sesuatu yang sudah jadi tetapi

suatu proses yang berkembang terus menerus. Dalam proses ini keaktifan seseorang dalam upayanya untuk mengkonstruksi pengetahuan akan sangat menentukan bagi perkembangan pengetahuannya. Siswa tidak bisa dipandang sebagai kertas kosong atau sebagai botol kosong yang hanya menunggu ditulisi atau diisi oleh guru. Berangkat dari pengalaman berinteraksi dengan lingkungannya, siswa telah memiliki pengetahuan awal. Pengetahuan awal inilah yang kemudian dapat digunakan untuk mengkonstruksi pengetahuan berikutnya.

Pembelajaran menurut konstruktivisme merupakan suatu kondisi di mana guru membantu siswa untuk membangun pengetahuan dengan kemampuannya sendiri melalui internalisasi sehingga pengetahuan itu dapat terkonstruksi kembali. Fungsi pembelajaran adalah membangun pemahaman terhadap informasi (pengetahuan). Proses membangun pemahaman inilah yang lebih penting daripada hasil belajar sebab pemahaman materi yang dipelajari akan bermakna. Tekanan belajar tidak mengutamakan perolehan pengetahuan yang banyak, tetapi yang lebih utama adalah memberi interpretasi melalui skemata yang dimiliki siswa.

Berdasarkan teori APOS, *aksi* merupakan suatu aktivitas berupa pengulangan fisik atau manipulasi mental yang mendasarkan pada beberapa algoritma secara eksplisit. Aksi ini merupakan reaksi dari rangsangan yang subjek terima dari eksternal. Aksi dapat dimaksudkan sebagai transformasi fisik atau mental dari objek untuk memperoleh objek lain. Apabila aksi dilakukan secara berulang, dan dilakukan refleksi atas aksi itu, maka aksi-aksi tersebut diinteriorisasi menjadi *proses*, yaitu suatu konstruksi internal yang dilakukan pada aksi yang sama tetapi sekarang tidak perlu langsung dari rangsangan eksternal. Individu dapat mengkonstruksi objek kognitif dengan dua cara. Pertama, jika seorang individu merefleksikan aksi yang diterapkan untuk proses tertentu, dan sadar bahwa proses sebagai totalitas, ternyata bahwa transformasi (apakah aksi atau proses) dapat dilakukan dan dapat dikonstruksi secara aktual sebagai transformasi, maka individu tersebut melakukan rekonstruksi proses ini sebagai objek kognitif. Pada kasus ini, dikatakan bahwa proses di-*enkapsulasi* menjadi objek. Kedua, untuk mengkonstruksi suatu objek kognitif, seorang individu melakukan refleksi pada suatu skema tertentu dan sadar bahwa skema tersebut sebagai totalitas serta dapat melakukan aksi padanya. Pada kasus ini, dikatakan bahwa individu men-*tematisasi* skema menjadi objek. *Skema* untuk materi matematika tertentu adalah koleksi individu atas aksi, proses, objek, dan skema lain yang dikaitkan dalam kerangka kerja pada pikiran individu dalam menghadapi suatu problem matematika.

Berdasarkan uraian di atas penulis membuat rancangan sebuah model pembelajaran yang mengacu pada teori APOS. Untuk selanjutnya model ini penulis beri nama model Pembelajaran Matematika Konstruktivis Berorientasi APOS, yang secara singkat disebut model PMKBA. Sintaks model yang diajukan beserta penjelasannya sebagai berikut.

1. **Informasi.** Fase ini bertujuan untuk menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dan memotivasi siswa untuk belajar. Ingatan siswa perlu dibangkitkan kembali tentang materi yang menjadi prasyarat yang dapat menopang materi pada pertemuan hari itu. Pada fase ini guru memberi penjelasan/informasi secara umum tentang materi yang akan dipelajari pada pertemuan hari itu. Penjelasan ini untuk menjembatani agar siswa dapat mengkonstruksi konsep matematika atau pengetahuan baru yang ingin dicapai pada kegiatan belajar mengajar pada hari itu.
2. **Kerja individu.** Pada fase ini guru memberikan permasalahan yang harus dikonstruksi oleh masing-masing siswa. Pemberian masalah untuk individu ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan mengkonstruksi konsep tiap siswa. Pada fase ini langkah-langkah APOS dilakukan.
3. **Diskusi kelompok.** Pada fase ini siswa bekerja dalam kelompoknya masing-masing. Diskusi kelompok dimaksudkan untuk merestruksifikasi ide apabila ide masing-masing individu belum sempurna menurut kelompoknya. Dalam kelompok akan terjadi interaksi

antar siswa, menguji, membandingkan, dan mengembangkan ide masing-masing individu. Kelompok dibuat heterogen menurut jenis kelamin dan kemampuannya dan jumlah anggotanya 4-5 orang.

4. **Diskusi kelas.** Pada fase ini siswa perwakilan dari kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompoknya di depan kelas. Dengan fase ini ide-ide yang berbeda dari tiap kelompok dapat didiskusikan bersama kelompok lain. Guru sebagai pemimpin, penengah, dan pembimbing diskusi.
5. **Resume dan Evaluasi.** Pada fase ini guru dan siswa bersama-sama menyimpulkan apa yang diperoleh/dipelajari pada pertemuan hari itu. Dengan cara ini siswa lebih mantap menerima prinsip matematika yang telah dikonstruksi, sehingga bersemangat untuk mengerjakan tugas yang diberikan guru.

D. PENUTUP

Dalam pembelajaran perlu memberi tekanan pada langkah-langkah seorang individu dalam mengkonstruksi pengetahuan (dalam hal ini prinsip-prinsip matematika). Model pembelajaran matematika tersebut dapat memfasilitasi aktivitas konstruksi pengetahuan dengan langkah-langkah aksi-proses-objek-skema. Selain itu model tersebut juga dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan ide dan berinteraksi dengan teman lain. Salah satu alternatif model yang merepresentasikan hal ini adalah model PMKBA yang diajukan penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- DeVries, David J. 2001. *RUMEC/APOS Theory Glossary*.
<http://www.cs.gsu.edu/~rumec/glossary>. Didownload pada tanggal 8 Agustus 2013.
- Dubinsky, E. 2000. *Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses*. <http://itsn.mathstore.ac.uk/newsletter/may2001/pdf/learning.pdf>. Didownload pada tanggal 8 Agustus 2013.
- Hudojo, Herman. 2005. *Kapita Selekta Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang.
- Marpaung, Yansen. 2005. *Peranan Psikologi dalam Inovasi Pembelajaran Matematika*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya pada tanggal 28 Pebruari 2005.
- Slavin, Robert E. 2000. *Educational Psycology: Theory and Practice*. Edisi 7. Boston: Allyn Bacon Publishers.
- Soedjadi, R. 2000. *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia: Konstatasi Keadaan Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Jakarta: Dirjen Dikti.
- Suparno, Paul. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.



Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang

Gedung D7 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

Telp. (024) 8508032, Fax. (024) 8508032

Website: <http://matematika.unnes.ac.id>

Email: matematika@unnes.ac.id



ISBN 978-602-14724-7-7