

1. URAIAN UMUM

1.1 Judul Usul : Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP).

1.2 Ketua Peneliti

Nama dan gelar : Drs. Tatang Herman, M.Ed.
Bidang Keahlian : Pendidikan Matematika
Jabatan : Lektor Kepala
Alamat Surat : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI,
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung, Kode Pos 40154
Telepon : (022) 2004508
Faksimili : (022) 2001108
e-mail : tatangherman@upi.edu

1.3 Anggota Peneliti

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Instansi	Alokasi waktu (jam/minggu)
1	Dra. Dian Usdiana, M.Si.	Matematika	UPI	10
2	Drs. Endang Mulyana, M.Pd.	Pend. Matematika	UPI	10
3	Aljupri, S.Pd.	Pend. Matematika	UPI	10

1.4 Subyek penelitian : Siswa SMP

1.5 Periode pelaksanaan penelitian

Mulai: 2005/2006 Berakhir: 2007/2008

1.6 Jumlah anggaran yang diusulkan pada tahun pertama Rp 49.980.000,00

1.7 Jumlah anggaran yang diusulkan untuk seluruh program Rp 99.980.000,00

1.8 Lokasi Penelitian : Kota dan Kabupaten Bandung

1.9 Hasil yang ditargetkan : Model Pembelajaran Matematika

1.10 Perguruan tinggi pengusul : Universitas Pendidikan Indonesia

2. ABSTRAK RENCANA PENELITIAN

Menurut kurikulum nasional, matematika sekolah berfungsi untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam bernalar melalui kegiatan penyelidikan, eksplorasi, dan eksperimen sebagai alat pemecahan masalah melalui pola pikir dan model matematika, serta sebagai alat komunikasi matematis dalam menjelaskan gagasan (Depdiknas, 2003). Mengingat fungsinya yang demikian penting, matematika memiliki peranan yang strategis dalam membentuk Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia. Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika pada tingkat pendidikan dasar, yaitu melatih dan menumbuhkan cara berpikir secara sistematis, logis, kritis, kreatif, dan konsisten. Serta mengembangkan sikap gigih, tekun, ulet, dan percaya diri. Oleh karena itu upaya meningkatkan kualitas SDM Indonesia dapat dimulai melalui peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa sekolah dasar, seperti yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

Penelitian ini merupakan studi pengembangan model pembelajaran matematika yang dapat digunakan untuk menumbuhkembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). Studi pengembangan ini akan dilakukan dalam tiga tahap (satu tahun per tahap). Pada tahap pertama akan dilakukan: (1) analisis teoritis tentang berpikir kritis dan kreatif, (2) identifikasi karakteristik pembelajaran matematika berbasis masalah untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, (3) identifikasi permasalahan lapangan yang relevan, dan (4) mengembangkan *blueprint* model bahan ajar dan model pembelajaran.

Pada tahap kedua akan dilakukan: (1) pengembangan model bahan ajar dan model pembelajaran berbasis masalah, model asesmen, dan instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif melalui pengkajian dalam forum ilmiah seperti diskusi, seminar, serta pertimbangan pakar, (2) analisis teoritik model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif, (3) penyempurnaan model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif, (4) mengadakan pelatihan bagi guru-guru SMP yang terlibat dalam kolaborasi penelitian, (5) uji coba model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif, dan (6) penyempurnaan model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Pada tahap ketiga akan dilakukan: (1) melihat efektivitas penerapan model yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP dilihat dari variasi kemampuan siswa, (2) melihat efektivitas penerapan model yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP dilihat dari variasi kualitas sekolah, (3) melihat kemungkinan adanya interaksi antara variasi tipe masalah yang dikembangkan dengan tingkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, dan (4) melihat kemungkinan adanya interaksi antara variasi kualitas sekolah dengan tingkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Sesuai dengan tahapan penelitian di atas, penelitian ini meliputi tahap pengembangan dan pendesaianan model pembelajaran matematika berbasis masalah, tahap implementasi dan uji coba terbatas, serta tahap evaluasi dan validasi model yang dikembangkan melalui studi eksperimen. Dengan demikian, metode penelitian pada dasarnya dilakukan melalui *developmental research*, melalui siklus olah pikir (*thought experimen*) dan kaji-tindak pembelajaran (*instruction experimnts*). Dari proses penelitian pengembangan yang mendalam ini dan berlandaskan pada data empirik di lapangan, pada akhirnya diharapkan diperoleh sebuah model pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP serta sebuah teori pembelajaran yang berlandaskan pada data empirik.

3. TUJUAN KHUSUS

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran matematika yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP. Tujuan tersebut dapat dicapai melalui rangkaian tiga tahap penelitian pengembangan seperti: identifikasi karakteristik pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, pendesaianan model pembelajaran dan instrumen penelitian, uji coba terbatas model, penerapan dan penyempurnaan model, serta evaluasi dan validasi model yang dikembangkan. Adapun tujuan khusus penelitian pada setiap tahap adalah sebagai berikut.

Tujuan Khusus Tahap Pertama

- a. Melakukan analisis teoritis tentang berpikir kritis dan kreatif.
- b. Mengidentifikasi karakteristik pembelajaran matematika berbasis masalah untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP.
- c. Mengidentifikasi permasalahan lapangan yang berkaitan dengan bahan ajar, kegiatan pembelajaran, kegiatan asesmen, pendapat siswa tentang matematika dan belajar matematika, pendapat guru tentang matematika dan pembelajaran matematika serta kemampuan berpikir kritis dan kreatif.
- d. Mengembangkan *blueprint* model bahan ajar, model pembelajaran, dan model asesmen untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Tujuan Khusus Tahap Kedua

- a. Pengembangan model bahan ajar dan model pembelajaran berbasis masalah, model asesmen, dan instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif melalui pengkajian dalam forum ilmiah seperti diskusi, seminar, serta pertimbangan pakar.
- b. Menganalisis secara teoritis model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif.
- c. Menyempurnakan model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif.
- d. Mengadakan pelatihan bagi guru-guru SMP yang terlibat dalam kolaborasi penelitian.
- e. Melakukan ujicoba model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif.
- f. Menyempurnakan model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Tujuan Khusus Tahap Ketiga

- a. Melihat efektivitas penerapan model yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP dilihat dari variasi kemampuan siswa.
- b. Melihat efektivitas penerapan model yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP dilihat dari variasi kualitas sekolah.
- c. Melihat kemungkinan adanya interaksi antara variasi tipe masalah yang dikembangkan dengan tingkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.
- d. Melihat kemungkinan adanya interaksi antara variasi kualitas sekolah dengan tingkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

4. PENTINGNYA PENELITIAN YANG DIRENCANAKAN

Dalam beberapa dekade sejak tahun 1960-an pemerintahan orde baru lebih memfokuskan program pembangunan nasional pada sektor ekonomi daripada sektor pembangunan watak dan karakter bangsa. Hal ini mudah dipahami, karena pembangunan sumber daya ekonomi dapat menampakkan hasil yang relatif lebih singkat ketimbang pembangunan sumber daya manusia yang memerlukan waktu relatif lebih lama. Namun kebijakan seperti ini berakibat cukup fatal, ketika badai krisis menerjang perekonomian nasional pada tahun 1997, keadaan perekonomian Indonesia menjadi sangat terpuruk. Dampak krisis ini merasuk ke segala aspek kehidupan dengan segera, seperti meningkatnya angka pengangguran, kriminalitas, dan kemiskinan.

Untuk bangkit dari kemelut seperti ini tampaknya bangsa kita mengalami kesulitan yang teramat sangat mengingat kemampuan sumber daya manusianya yang relatif masih rendah. Berbeda halnya dengan Malaysia dan Thailand, dua negara di Asia Tenggara yang bersamaan diterpa badai krisis ekonomi, mereka relatif lebih cepat pulih karena sumber daya manusia di kedua negara ini relatif lebih handal. Hal ini sangat wajar, karena pembinaan kualitas sumber daya manusia mendapat perhatian yang cukup proporsional dalam program pembangunan bangsa mereka. Untuk itu, fokus pembangunan yang berorientasi pada pembentukan watak dan karakter bangsa Indonesia yang handal, kapabel, tekun, kritis, kreatif dan produktif perlu segera mendapat perhatian yang serius, agar bangsa kita mampu bangkit dan dapat bersaing di arena global.

Persaingan dalam dunia kerja belakangan ini, karena perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam era informasi global, hampir di setiap sektor kehidupan kita dituntut untuk menggunakan kemampuan intelegen dalam menginterpretasi, menyelesaikan masalah, ataupun untuk mengontrol proses komputer. Kebanyakan

lapangan kerja dewasa ini lebih banyak menuntut kemampuan berpikir seperti menganalisis, mengevaluasi, dan menggeneralisasi daripada keterampilan mekanistik. Selain itu kemampuan yang bersifat afektif seperti disiplin, tekun, penuh tanggung jawab, produktif, dan mau bekerja keras juga merupakan watak yang harus dimiliki tenaga profesional. Oleh karena itu, sumber daya manusia Indonesia pada gilirannya nanti harus mampu bersaing di arena global dalam bursa tenaga profesional yang strategis bukan dalam bursa tenaga buruh rendah.

Dalam Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional, ditekankan akan pentingnya peningkatan sumber daya manusia, yaitu manusia yang beriman dan bertaqwa, berbudi pekerti luhur, berkepribadian, maju, cerdas, kreatif, terampil, disiplin, profesional, bertanggung jawab, produktif, serta sehat jasmani dan rohani. Upaya efektif untuk membentuk sumber daya manusia seperti ini dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas pendidikan. Hal ini sesuai dengan pemikiran Gaffar (1996) bahwa peningkatan sumber daya manusia dapat dibina dan dikembangkan melalui proses pendidikan.

Pada era informasi global ini, semua pihak memungkinkan mendapatkan informasi secara melimpah, cepat, dan mudah dari berbagai sumber dan dari berbagai penjuru dunia. Untuk itu, manusia dituntut memiliki kemampuan dalam memperoleh, memilih, mengelola, dan menindaklanjuti informasi itu untuk dimanfaatkan dalam kehidupan yang dinamis, sarat tantangan, dan penuh kompetisi. Ini semua menuntut kita memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif. Kemampuan ini dapat dikembangkan melalui kegiatan pembelajaran matematika karena tujuan pembelajaran matematika di sekolah menurut Depdiknas (2003) adalah: (1) melatih cara berpikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan, (2) mengembangkan aktivitas kreatif yang melibatkan imajinasi, intuisi, dan penemuan dengan mengembangkan pemikiran divergen, orisinal, rasa ingin tahu, membuat prediksi dan dugaan, serta mencoba-coba, (3) mengembangkan kemampuan memecahkan masalah, dan (4) mengembangkan kemampuan menyampaikan informasi dan mengkomunikasikan gagasan. Dengan demikian, matematika sebagai bagian dari kurikulum pendidikan dasar, memainkan peranan yang sangat strategis dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia Indonesia.

Mengingat peranannya yang sangat sentral dalam proses peningkatan kualitas sumber daya manusia, maka upaya peningkatan proses pembelajaran matematika, khususnya pada tingkat pendidikan dasar, perlu dilakukan terus. Upaya ini menjadi sangat penting mengingat beberapa penelitian yang menerangkan bahwa hasil pembelajaran matematika di sekolah belum menunjukkan hasil yang memuaskan (Djadjuli, 1999; Lestari, 1999; dan Utari, 1999). Rendahnya hasil yang dicapai dalam

evaluasi nasional matematika ini, menunjukkan bahwa kualitas pemahaman siswa dalam matematika masih rendah. Pemahaman dalam matematika sudah sejak lama menjadi isu penting. Tidak sedikit hasil riset dan pengkajian dalam pembelajaran matematika berkonsentrasi dan berupaya menggapai pemahaman, namun sudah diyakini oleh kebanyakan bahwa untuk mencapai pemahaman dan pemaknaan matematika tidak segampang membalik telapak tangan.

Salah satu penyebab rendahnya kualitas pemahaman matematika siswa di SMP menurut hasil survey IMSTEP-JICA (1999) di kota Bandung adalah karena dalam proses pembelajaran matematika guru umumnya terlalu berkonsentrasi pada latihan menyelesaikan soal yang lebih bersifat prosedural dan mekanistik daripada pengertian. Dalam kegiatan pembelajaran guru biasanya menjelaskan konsep secara informatif, memberikan contoh soal, dan memberikan soal-soal latihan. Menurut Armanto (2002) tradisi mengajar seperti ini merupakan karakteristik umum bagaimana guru melaksanakan pembelajaran di Indonesia. Dalam kegiatan pembelajaran matematika konvensional biasanya berpusat pada guru, menggunakan metode ceramah (*chalk-and-talk*), siswa pasif, pertanyaan dari siswa jarang muncul, berorientasi pada satu jawaban yang benar, dan aktivitas kelas didominasi dengan kegiatan mencatat atau menyalin. Kegiatan pembelajaran seperti ini tidak mengakomodasi pengembangan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah, penalaran, koneksi, dan komunikasi matematis. Akibatnya, kemampuan kognitif tingkat tinggi siswa sangat lemah karena mereka terbiasa dilatih berpikir tingkat rendah.

Kondisi ini secara kasat mata ditunjukkan oleh hasil survey internasional *The Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS) bahwa kemampuan siswa SMP kelas dua Indonesia dalam menyelesaikan soal-soal tidak rutin (masalah matematis) sangat lemah, namun relatif baik dalam menyelesaikan soal-soal tentang fakta dan prosedur. Hal ini membuktikan bahwa terhadap masalah matematika yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, siswa SMP kelas dua Indonesia jauh di bawah rata-rata internasional, bahkan dengan beberapa negara tetangga sekalipun, seperti Malaysia, Singapura, dan Thailand. Melihat keadaan seperti ini, upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran terutama dalam pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa menjadi penting dan mendesak.

Untuk menjawab permasalahan di atas, pemerintah, dalam hal ini Departemen Pendidikan Nasional, belakangan ini melakukan renovasi kurikulum sekolah. Perubahan dilakukan tidak saja dalam restrukturisasi substansi matematika yang dipelajari, namun yang sangat mendasar adalah pergeseran paradigma dari bagaimana guru mengajar ke

bagaimana siswa belajar. Belajar tidak lagi dipandang sebagai proses transfer pengetahuan untuk kemudian disimpan dalam sistem memori siswa melalui praktek yang diulang-ulang dan penguatan. Siswa harus diarahkan agar mendekati setiap persoalan/tugas baru dengan pengetahuan yang telah ia miliki (*prior knowledge*), mengasimilasi informasi baru, dan mengkonstruksi pemahaman sendiri.

Dalam Kurikulum 2004, disebutkan standar kompetensi matematika yang harus dielaborasi oleh siswa dan guru dalam kegiatan pembelajaran. Standar kompetensi yang dimaksud, bukanlah penguasaan matematika sebagai ilmu, melainkan penguasaan akan kecakapan matematika yang diperlukan untuk dapat memahami dunia sekitar, mampu bersaing, dan berhasil dalam kehidupan. Standar kompetensi yang dirumuskan dalam Kurikulum 2004 mencakup pemahaman konsep matematika, komunikasi matematis, koneksi matematis, penalaran, pemecahan masalah, serta sikap dan minat yang positif terhadap matematika. Dengan demikian, model pembelajaran konvensional yang dilakukan oleh kebanyakan guru, seperti yang telah dikemukakan di atas, tidak sesuai lagi dengan target dan tujuan kurikulum baru ini. Dalam Kurikulum 2004 (Depdiknas, 2003), secara eksplisit dikemukakan,

Diharapkan, dalam setiap kesempatan, pembelajaran matematika dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi (*contextual problem*). Dengan mengajukan masalah-masalah yang kontekstual, siswa secara bertahap, dibimbing untuk menguasai konsep-konsep matematika (h. 5).

Menyikapi permasalahan-permasalahan yang timbul dalam pendidikan matematika sekolah kita, terutama yang berkaitan dengan prestasi belajar siswa, praktek pembelajaran di kelas, pentingnya meningkatkan kemampuan berpikir matematik, dan fokus Kurikulum 2004, maka upaya inovatif untuk menanggulangnya perlu segera dilakukan. Salah satu alternatif solusi yang dapat mengentaskan permasalahan dalam pendidikan matematika ini adalah dengan meningkatkan kualitas pembelajaran melalui Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM). Fokus utama dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran ini adalah memposisikan peran guru sebagai perancang dan organisator pembelajaran sehingga siswa mendapat kesempatan untuk memahami dan memaknai matematika melalui aktivitas belajar.

PBM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang diawali dengan menghadapkan siswa dengan masalah matematika. Dengan segenap pengetahuan dan kemampuan yang telah dimilikinya, siswa dituntut untuk menyelesaikan masalah yang kaya dengan konsep-konsep matematika. Karakteristik dari PBM diantaranya adalah: 1) memposisikan siswa sebagai *self-directed problem solver* melalui kegiatan kolaboratif, 2) mendorong siswa untuk mampu menemukan masalah dan mengelaborasinya dengan

mengajukan dugaan-dugaan dan merencanakan penyelesaian, 3) memfasilitasi siswa untuk mengeksplorasi berbagai alternatif penyelesaian dan implikasinya, serta mengumpulkan dan mendistribusikan informasi, 4) melatih siswa untuk terampil menyajikan temuan, dan 5) membiasakan siswa untuk merefleksikan tentang efektivitas cara berpikir mereka dalam menyelesaikan masalah.

5. STUDI PUSTAKA

a. Konsep Berpikir Kritis dan Kreatif

Teori berpikir kritis berakar pada konsep Benyamin Bloom mengenai klasifikasi berpikir dalam domain kognitif. Bloom mengklasifikasi tingkah laku belajar dalam 6 level berawal dari ingatan yang terfokus pada resitasi dan fakta sampai evaluasi yang menuntut berpikir tingkat tinggi, yang selanjutnya dikenal sebagai taksonomi Bloom. Berpikir kritis terjadi manakala siswa berpikir pada zona analisis-evaluasi dari taksonomi Bloom. Pada zona mental ini siswa dituntut mengolah informasi berkaitan dengan masalah yang dihadapi diantaranya dengan kegiatan berpikir seperti mengklasifikasi, mengkategorisasi, menggabungkan, menguji, mengkonstruksi, memformulasi, memperdebatkan, menjastifikasi, dan menyimpulkan.

Berpikir kritis berkaitan dengan pertanyaan-pertanyaan yang bersifat konvergen dan divergen (Gilford 1956, Gallegher & Aschnes 1963, dan Wilen 1985). Pertanyaan konvergen terfokus pada hal-hal pengetahuan dasar dan pemahaman. Pertanyaan divergen menuntut siswa untuk memproses informasi secara kreatif dan orisinal, seperti memberikan argumen atau alasan, menunjukkan bukti, mendeduksi atau menyimpulkan, menilai mempertimbangkan, atau memberikan solusi alternatif. Dengan demikian menurut Kindsvatter (1992) dalam berpikir kritis mengandung aspek berpikir kreatif sehingga siswa perlu menemukan pemaknaan personal (*personal meaning*) secara mendalam.

Kreativitas dapat dibedakan kedalam dimensi person, proses, produk, dan press, yaitu factor-faktor yang mempengaruhi kreativitas. Definisi kreativitas yang menekankan dimensi person dikemukakan misalnya oleh Guilford (1956): "...creativity refers to the abilities that are characteristics of creative people". Definisi yang menekankan segi proses diajukan oleh Munandar (1999) : "creativity is a process that manifests itself in fluency, in flexibility as well in originality of thinking". Barron (1976) menekankan segi produk dalam mendefinisikan kreativitas, yaitu : " the ability to bring something new into existence" ; sementara Amabile (1983) mengemukakan, "... creativity can be regarded as the quality of products or responses judged to be creative by appropriate observers".

Dalam mendefinisikan kreativitas, perlu dibedakan antara dua jenis definisi, yaitu definisi konsensual (*consensual definition*) dan definisi konseptual (*conceptual definition*). Perbedaan ini dikemukakan oleh Amabile (1983) dalam studinya tentang aspek-aspek psikologi-sosial dan kreativitas.

Definisi konsensual menekankan segi produk kreatif yang dinilai derajat kreativitasnya oleh pengamat yang ahli. Suatu produk atau respons seseorang dikatakan kreatif apabila menurut penilaian orang yang ahli atau pengamat yang mempunyai kewenangan dalam bidang itu memang produk itu kreatif. Dengan demikian, "creativity can be regarded as the quality of products or responses judged to be creative by appropriate observers". Definisi konseptual, di pihak lain, bertolak dari konsep tertentu tentang kreativitas, yang dijabarkan ke dalam kriteria tentang apa yang disebut kreatif. Meskipun tetap menekankan segi produk, definisi ini tidak mengandalkan semata-mata pada konsensus pengamat dalam menilai kreativitas, melainkan didasarkan atas kriteria tertentu. Secara konseptual, Amabile (1983: 33) melukiskan bahwa suatu produk dinilai kreatif apabila : (a) produk tersebut bersifat baru, unik, berguna, benar, atau bernilai dilihat dari segi kebutuhan tertentu; (b) lebih bersifat heuristik, yaitu menampilkan metode yang masih belum pernah atau jarang dilakukan oleh orang lain sebelumnya.

Diantara berbagai definisi tentang kreativitas, definisi yang dikemukakan oleh Stein (1967, 1963) mewakili baik definisi konseptual maupun konsensual tentang kreativitas. Ia sangat menekankan segi produk kreatif yang telah nyata, seperti ditunjukkan dalam karya kreatif (*creative work*). "The creative work is a novel work that is accepted as tenable or useful or satisfying by a group in some point in time".

Dalam konteks berpikir, Evans (1990) mengatakan bahwa kreativitas menunjuk pada kemampuan yang ditandai oleh empat ciri, yaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originalitas*), dan penguraian (*elaboration*). Mengacu kepada pengertian ini, Supriadi (1997) mengemukakan enam asumsi yang perlu digarisbawahi tentang kreativitas.

Pertama: setiap orang memiliki kemampuan kreatif dalam tingkat yang berbeda-beda. Tidak ada orang yang sama sekali tidak memiliki kreativitas, dan yang diperlukan adalah bagaimanakah mengembangkan kreativitas tersebut. Dikemukakan oleh Treffinger (1980) bahwa tidak ada orang yang sama sekali tidak mempunyai kreativitas, seperti halnya tidak ada seorang pun manusia yang intelegensinya nol. Potensi kreativitas berbeda-beda antara orang yang satu dengan yang lain. Dalam aktualitasnya, derajat kreativitas orang-orang dapat dibedakan tinggi-rendahnya berdasarkan kriteria tertentu. Oleh karena derajat kreativitas orang-orang ada dalam suatu garis kontinum, maka perbedaan orang-orang kreatif dengan orang-orang tidak kreatif hanyalah istilah teknis belaka. Kedua kategori itu sesungguhnya menunjuk pada tingkat kreativitas yang tinggi,

di satu pihak, dan tingkat kreativitas yang rendah, di pihak lain. Apakah seseorang tergolong kreatif atau tidak kreatif, bukanlah dua hal yang mutually exclusive.

Kedua: pada akhirnya, kreativitas mewujudkan diri dalam bentuk produk-produk kreatif, baik berupa benda maupun gagasan (creative ideas). Produk kreatif merupakan "criteria puncak" (*the ultimate criteria*) untuk menilai tinggi rendahnya kreativitas seseorang (Ghiselin, 1963). Tinggi atau rendahnya kualitas karya kreatif seseorang dapat dinilai berdasarkan orisinalitas atau kebaruan (newness, novelty) karya itu (Amabile, 1983) dan sumbangannya yang konstruktif bagi perkembangan kebudayaan peradaban (Simonton, 1984). Ketiga criteria ini pula yang digunakan oleh Panitia Hadiah Nobel (Akademi Ilmu Pengetahuan Swedia) dalam menetapkan hadiah yang sangat prestisius untuk bidang Kimia, Fisika, Kedokteran, Ekonomi, Sastra, dan Perdamaian). Berkenan dengan kualitas karya kreatif dibidang keilmuan, komunitas ilmuwan, komunitas ilmuwan dapat sampai pada suatu kesepakatan mengenai tinggi atau rendahnya derajat kualitas karya kreatif tersebut. (McPherson, 1963).

Ketiga: aktualisasi kreativitas merupakan hasil dari proses interaksi antara factor-faktor psikologis (internal) dengan lingkungan (eksternal). Pada setiap individu, peranan masing-masing haktor tersebut bias berbeda-beda. Asumsi ini disebut juga sebagai asumsi interaksional (Stein, 1967, 1963) atau sosial-psikologis (Amabile, 1983; Simonton, 1975) yang melihat kedua faktor tersebut secara komplementer. Dengan demikian, kreativitas berkembang berkat serangkaian proses interaksi sosial: individu dengan potensi kreatifnya mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan sosial-budaya tempat ia hidup. Individu dan masyarakat tidak pernah berada dalam kondisi yang vakum dari perubahan. Oleh karena itu, secara sosial-psikologis, kreativitas merupakan fenomena individual dan sekaligus fenomena kolektif-sosial budaya (Arieti, 1976; Gowan & Olson, 1979).

Keempat: dalam diri individu dan lingkungan terdapat factor-faktor yang dapat menunjang atau justru menghambat perkembangan kreativitas (Arasteh & Arasteh, 1976; Torrance, 1977). Faktor-faktor tersebut dapat diidentifikasi persamaan dan perbedaannya pada kelompok individu atau antara individu yang satu dengan yang lain. Secara umum, faktor-faktor tersebut dapat dibedakan ke dalam faktor-faktor psikologis dan faktor-faktor lingkungan.

Kelima: kreativitas seseorang tidak berlangsung dalam kevakuman, melainkan didahului dan merupakan perkembangan dari hasil-hasil kreativitas orang-orang yang berkarya sebelumnya. Kemampuan individu untuk menciptakan kombinasi-kombinasi baru dari hal-hal yang telah ada sehingga melahirkan sesuatu yang baru, itulah yang disebut kreativitas (Barron, 1965). Berbeda dengan kreativitas Tuhan yang terjadi secara ex-

nihil, kreativitas manusia menggunakan hal-hal yang telah ada sebelumnya. Menurut Arieti (1976: 4), "Human creativity uses what is already existing and available and changes it in unpredictable ways".

Keenam: karya kreatif tidak lahir hanya karena kebetulan, melainkan melalui serangkaian proses kreatif yang menuntut kecakapan, keterampilan, dan motivasi yang memadai. Torrance (1977) mengemukakan bahwa tiga faktor yang menentukan prestasi kreatif seseorang, yaitu : motivasi atau komitmen yang tinggi, keterampilan dalam bidang yang ditekuni, dan kecakapan kreatif. Torrance (h. 12) mengemukakan :

A high level of creative achievement can be expected consistently only from those who have creative motivations (commitment) and the skills necessary to accompany the creative abilities. The person who has a high level of creative abilities and skills may become a creative achiever, if the creative motivations can become a creative achiever with the acquisition of the necessary creative skills.

Sifat multidimensional dari kreativitas menuntut fenomena ini dipahami secara multidimensional pula, melibatkan dimensi-dimensi kognitif, afektif, konatif, dan keterampilan, serta lingkungan fisik, sosial, spiritual yang menunjang dan menghambat kreativitas. Paparan ini didasarkan kepada asumsi-asumsi yang dikemukakan di atas.

b. Potensi Kreativitas dan Sistem Pendidikan

Frans Boas, (dalam Supriadi, 1999) pernah menyatakan "Jika mencari orang yang paling cemerlang, maka orang seperti itu akan ditemukan pada setiap bangsa dan ras di dunia". Kata-kata Boas sekarang terdengar tidak aneh, tapi sekian puluh tahun yang lalu, hal itu merupakan pernyataan yang istimewa. Saat itu, ada pandangan bahwa keunggulan intelektual dan prestasi ditentukan secara hereditas, dan hereditas disini berkaitan dengan ras. Hanya ras tertentu (sebut saja kulit putih di Barat) yang mampu melahirkan orang-orang "genius", sedangkan ras lain, tidak. Terhadap teori yang memihak itulah pernyataan Frans Boas ditujukan.

Setelah kolonialisme (politik) berakhir, dan tata dunia lebih egaliter, maka peluang setiap bangsa untuk menunjukkan prestasinya menjadi sama. Orang Timur maupun Barat, Utara maupun Selatan, sama-sama memiliki kesempatan guna menampilkan potensi kegeniusannya menurut ukuran bangsanya. Kini terbukti, orang-orang genius – yakni mereka yang telah mampu menunjukkan prestasinya yang istimewa dalam berbagai bidang kehidupan – lahir pada semua bangsa di dunia, tanpa mengenal ras, suku, warna kulit, dan tingkat peradaban.

Potensi kreativitas bangsa Indonesia pada dasarnya tidak berbeda dengan bangsa-bangsa lain, yang berbeda adalah tingkat aktualitasnya. Mari kita berhitung di atas kertas. Kalau saja 5% dari populasi penduduk Indonesia termasuk orang dengan

potensi kreatif tinggi, maka terdapat 10 juta orang Indonesia yang mempunyai kemampuan yang luar biasa tersebut. Jika dari 200 juta penduduk Indonesia 30 juta di antaranya berada di berbagai pendidikan, maka dewasa ini terdapat sekitar 1,5 juta peserta didik anak dengan kemampuan yang unggul. Dari jumlah tersebut, sekitar 1,2 juta diantaranya berada di SMP. Andaiakan dalam 25 tahun mendatang 10% saja dari mereka yang berhasil dikembangkan dengan baik, maka akan terdapat sekitar 120.000 tambahan manusia unggul dalam berbagai bidang kehidupan seperti sains, teknologi, bisnis, politik, seni, dll.

Angka pesimistis itu akan membesar manakala sistem dan praktek pendidikan kita benar-benar memberikan peluang kepada mereka untuk mewujudkan kemampuannya. Karena itu, kalau melihat angka diatas kertas, kita tidak akan sulit mencari manusia unggul yang akan mengisi profesi-profesi dan jabatan-jabatan penting dan menjadi pelopor pembangunan bangsa ini dimasa depan. Dalam kaitan inilah kita melihat betapa upaya peningkatan mutu pendidikan pada semua jenis dan jenjang adalah keharusan yang tidak bias ditawar-tawar; sebab kalau tidak, angka-angka diatas hanyalah ilusi belaka.

Iklm yang kondusif bagi perkembangan kreativitas tersimpul dalam berbagai aspek kehidupan sekolah, mencakup interaksi guru-siswa dalam proses belajar-mengajar, fasilitas yang tersedia, serta peluang untuk mengembangkan diri. Pengembangan kreativitas menuntut sikap tertentu dari guru terhadap peserta didik. Hal ini disebabkan karena perilaku siswa yang kreatif tidak selamanya mendukung apa yang disebut "a 'perfect' classroom situation" menurut persepsi guru. Siswa kreatif ada kalanya tidak disukai oleh guru yang tradisional, karena sifat-sifatnya yang sulit diramalkan, mempunyai pemikiran orisinal, kritis, unik, menyukai hal-hal baru, senang membuat kejutan, dan (agak) nonkonformis. Beberapa studi (Lytton, 1971, Cropley, 1967) membuktikan bahwa siswa yang konformis, tidak mengajukan pertanyaan yang aneh-aneh, dan reseptif lebih disukai oleh gurunya. Di kalangan teman sebayanya, siswa yang kreatif sering dijuluki "tolo" (*silly*) dan "sinting" (*crazy*).

Iklm proses belajar-mengajar yang kondusif untuk tumbuhnya kreativitas telah banyak diidentifikasi, di antaranya proses belajar menekankan pada pembekalan untuk belajar lebih lanjut (*learning to learn*), menekankan proses di samping hasil, situasi yang tidak terlalu formal, menghargai divergensi, iklim yang tidak menghakimi, menghargai setiap pertanyaan dan jawaban siswa apa adanya. Hal-hal inilah yang justru masih miskin dalam kelas-kelas kita. Beban kurikulum yang padat dan harus diselesaikan tanpa tawar-menawar dalam batas waktu yang telah ditentukan sehingga sering melahirkan sikap otoriter guru, keengganan untuk memberikan pujian dan penghargaan kepada siswa, persepsi yang kurang tepat terhadap siswa, kurangnya sarana untuk penyaluran minat, adalah beberapa contoh dari penghambat tersebut.

b. Pentingnya Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Matematika

Pandangan bahwa matematika adalah ilmu yang disusun secara terstruktur mencakup unsur-unsur yang tidak didefinisikan, unsur-unsur yang didefinisikan, postulat, dan teorema atau dalil, merupakan pandangan yang statis karena di dalamnya tidak banyak melibatkan proses. Pandangan matematika yang dinamis dikemukakan oleh Schoenfeld (dalam Henningsen & Stein, 1997), yaitu bahwa matematika merupakan suatu proses yang aktif dan generatif yang dikerjakan oleh pelaku dan pengguna matematika. Proses matematika yang aktif tersebut memuat penggunaan alat matematika secara sistematis untuk menemukan pola, kerangka masalah, dan menetapkan proses penalaran. Proses yang demikian tiada lain merupakan fondasi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Sebagai implikasi dari pandangan matematika yang dinamis, timbul gagasan tentang apa yang harus dipelajari siswa dan jenis kegiatan apa yang harus dilakukan siswa dan guru dalam proses pembelajaran. Dalam pengertian ini, proses belajar siswa dipandang sebagai proses untuk mencari disposisi matematik pengetahuan matematika dan sebagai alat membangun pengetahuan. Tujuan tersebut bisa dicapai apabila siswa yang belajar memiliki keterampilan intelektual tingkat tinggi yang memadai.

Henningsen & Stein (1997) menggunakan istilah berpikir dan bernalar matematik tingkat tinggi (*high-level mathematical thinking*) untuk berpikir matematik tingkat tinggi. Schoenfeld (dalam Henningsen & Stein, 1997) melukiskan kegiatan *high-level mathematical thinking and reasoning* sebagai kegiatan matematik (*doing mathematics*) yang aktif, dinamis dan eksploratif. Tugas dinamis yang dimaksud ditandai oleh kegiatan seperti: mencari dan menemukan pola untuk memahami struktur dan hubungan matematik; menggunakan sumber dan alat secara efektif dalam merumuskan dan menyelesaikan masalah; memahami idea matematika; berpikir dan bernalar matematika seperti, menggeneralisasi, menggunakan aturan inferensi, membuat konjektur, memberi alasan, mengkomunikasikan idea matematik, dan menetapkan atau memeriksa apakah hasil atau jawaban matematika yang diperoleh masuk akal.

Karena berpikir matematika tingkat tinggi seperti yang dikemukakan di atas, maka tugas matematika (*mathematical task*) dalam proses belajar menjadi bagian yang sangat penting. Dengan kata lain tugas matematika tersebut merupakan sarana untuk mempromosikan daya pikir kritis, logis, rasional, dan sistematis.

c. Pembelajaran untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir

Beberapa ahli psikologi telah berhasil mengembangkan suatu teori perkembangan kognitif anak yang didasarkan pada asumsi-asumsi Piaget dan asumsi-asumsi lain yang dikembangkan oleh para ahli behaviorisme seperti Skinner (Fischer, 1980; Fischer & Bullock, 1981; dan Fischer & Pipp, 1984). Penelitian-penelitian yang telah dilakukan meyakinkan bahwa faktor eksternal mempunyai pengaruh yang sangat kuat terhadap

perkembangan kognitif anak (Fischer, 1980). Oleh karena itu untuk meningkatkan kemampuan berpikir dan daya nalar matematik diperlukan rancangan model pembelajaran yang spesifik dan sistematis. Dalam pengembangan pembelajaran, Tyler (1991) mengemukakan tiga pertanyaan kunci yang dapat dijadikan pedoman, yaitu: (1) bagaimana cara membantu siswa belajar; (2) pengalaman belajar apa yang harus disediakan; dan (3) bagaimana cara mengorganisasi pengalaman belajar agar diperoleh pengaruh kumulatif yang berarti.

Untuk menjawab ketiga pertanyaan di atas, perlu diperhatikan beberapa teori belajar, antara lain teori Piaget. Menurut Piaget (dalam Bell, 1978), perkembangan intelektual anak merupakan suatu proses asimilasi dan akomodasi informasi ke dalam struktur mental. Asimilasi adalah suatu proses dimana informasi atau pengalaman yang diperoleh seseorang masuk ke dalam struktur mentalnya, sedangkan akomodasi adalah terjadinya strukturisasi dalam otak sebagai akibat dari adanya informasi atau pengalaman baru.

Piaget selanjutnya menjelaskan bahwa perkembangan mental seseorang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni kematangan, pengalaman fisik, pengalaman matematik-logis, transmisi sosial, dan kesinambungan. Seperti halnya Piaget, Vygotski juga mempunyai keyakinan bahwa kemampuan intelektual anak tidak mungkin berkembang dengan baik tanpa adanya interaksi dan koordinasi dengan lingkungan.

Pengalaman belajar yang sesuai dengan pengetahuan anak serta yang meningkat ke pengalaman belajar yang lebih kompleks akan mendorong proses asimilasi dan akomodasi pada diri siswa yang berkadar mutu semakin tinggi. Dengan kata lain, semakin kompleks pengalaman yang dilalui seseorang, maka akan semakin tinggi pula kemampuan intelektual yang dimilikinya. Namun, karena tugas matematika yang memuat keterampilan tingkat tinggi merupakan tugas yang lebih kompleks dan memerlukan waktu relatif lebih lama untuk menyelesaikannya, seringkali kondisi seperti ini membuat semangat belajar siswa menurun. Hal lain yang dapat menghambat pelaksanaan tugas yang memerlukan berpikir tingkat tinggi adalah tidak adanya hubungan antara tugas dengan pengetahuan awal, minat, dan motivasi siswa. Oleh karena itu model pembelajaran yang dikembangkan harus menghindari atau meminimasi kemungkinan-kemungkinan negatif seperti ini.

Selanjutnya, bagaimana cara mengorganisasi pengalaman-pengalaman belajar siswa agar diperoleh pengaruh kumulatif yang berarti? Royer (1986) mengemukakan bahwa dalam merancang instruksional untuk menghasilkan pemahaman yang baik, perlu diperhatikan beberapa hal penting seperti faktor permasalahan yang dihadapi siswa, potensi yang dimiliki siswa, perkembangan mental siswa, dan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Berkaitan dengan hal ini, Anderson (dalam Henningsen & Stein, 1997)

menyarankan dilakukannya apa yang diebut oleh Vygotsky sebagai *scaffolding*, yaitu pemberian arahan ketika anak mengalami kesulitan dalam menyelesaikan tugasnya, tanpa mengurangi kekompleksan atau tuntutan tugas kognitif yang diminta. Usaha lain yang dapat mendukung berlangsungnya proses berpikir tingkat tinggi adalah dengan menggunakan model proses dan strategi berpikir siswa dan mendorong siswa untuk memonitor dan bertanya pada dirinya sendiri ketika mereka mengerjakan tugas.

d. Pembelajaran Matematika Berbasis Masalah

Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) atau *Problem Based Learning* dikatakan sebagai suatu kegiatan pengembangan implementasi kurikulum di kelas yang dimulai dengan menghadapkan siswa pada masalah nyata atau masalah yang disimulasikan, siswa bekerjasama dalam suatu kelompok untuk mengembangkan keterampilan memecahkan masalah atau *problem solving*, kemudian siswa mendiskusikan strategi yang mereka lakukan untuk bernegosiasi membangun pengetahuannya. Menurut Ngeow, dkk. (2001: 1) Problem Based Learning is an educational approach that challenges students to learn "to learn", student work cooperatively in groups to seek solution to real world problem and more importantly, to develop skills to become self directed learner. Barrow dan Tamblin (dalam Delisle, 1997: 3) menyatakan PBM sebagai "learning that results from the process of working toward the understanding or resolution of a problem". Sejalan dengan itu Stepien dan Gallagher (dalam Benoit, 2003: 1) menyatakan PBM adalah "a curriculum development and delivery system that recognizes the need to develop problem solving skills as well as the necessity of helping students to acquire necessary knowledge and skills".

Dari pengertian-pengertian di atas, tampak bahwa PBM adalah suatu pengembangan pendekatan pembelajaran yang terpusat pada siswa atau *student centered*. Proses pembelajaran seperti ini merupakan pembelajaran yang menganut aliran konstruktivis, seperti yang diungkapkan Ryneveld dan Kim Choy (Suparno, 1997) proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivis lebih menekankan pada aktivitas siswa dan menjadikan siswa lebih banyak berinteraksi dengan obyek dan peristiwa, sehingga siswa memperoleh pemahaman. Peran guru dalam hal ini hanya sebagai fasilitator bukan pentransfer pengetahuan.

Teori konstruktivisme ini lahir dari gagasan Piaget dan Vygotsky yang dengan sederhana beranggapan bahwa pengetahuan itu merupakan hasil konstruksi (bentukan) kognitif melalui kegiatan seseorang. Pendekatan konstruktivis dalam pengajaran lebih menekankan pada pengajaran *top-down* yang berarti siswa mulai dengan masalah kompleks untuk dipecahkan dan kemudian siswa memecahkan atau menemukan (dengan

bimbingan guru) keterampilan-keterampilan dasar yang diperlukan (Slavin dalam Hariyanto, 2000).

PBM pada awalnya dirancang oleh Howard Barrows dengan mengikuti ajaran John Dewey (Delisle, 1997) bahwa guru harus mengajar sesuai dengan insting alami (*natural instinct*) untuk menyelidiki dan menciptakan sesuatu, guru harus menciptakan lingkungan belajar sebagai suatu sistem sosial yang dicirikan dengan prosedur demokrasi dan proses ilmiah melalui kegiatan pemecahan masalah dalam kelompok kecil. Siswa belajar secara terbuka dan demokratis melalui interaksi sosial antar sesama siswa dan guru.

Hampir 80 tahun setelah tulisan Dewey tersebut, cara terbaik siswa untuk belajar adalah dengan bekerja dan berpikir melalui masalah-masalah. Para pendidik yang menggunakan PBM menyebarkan bahwa didunia luar sekolah, orang-orang dewasa membangun pengetahuan dan keterampilannya melalui penyelesaian masalah nyata atau dari menjawab pertanyaan penting, bukan melalui pelatihan-pelatihan yang abstrak.

Pada awalnya PBM dikembangkan untuk orang-orang dewasa, untuk melatih para dokter dalam menyelesaikan masalah-masalah medis. Secara tradisional fakultas-fakultas kedokteran mendidik calon-calon dokter dengan menuntut mereka untuk menghafal dan mengingat informasi sebanyak-banyaknya dan kemudian mengaplikasikannya sesuai dengan informasi yang diberikan. Pendekatan pengajaran seperti ini tidak sepenuhnya mempersiapkan dokter untuk kehidupan nyata, karena tak semua pasien mampu mengidentifikasi gejala-gejala dari penyakit-penyakit yang dideritanya. Melalui metode mengingat informasi-informasi dasar medis untuk di tes dalam pelatihan, mereka tidak akan mengetahui cara untuk menggunakan informasi-informasi kedalam kehidupan nyata (*real life situation*) dan informasi-informasi tersebut akan mudah terlupakan.

Dengan mempertimbangkan kenyataan-kenyataan tersebut dan menerapkan ajaran Dewey pada fakultas kedokteran, Howard Barrow seorang dosen fakultas kedokteran di Mc Master University di Hamilton, Ontario, Kanada pada tahun 1970-an, mencoba mengembangkan sebuah metode yang selanjutnya dikenal dengan PBM, Barrow merancang serangkaian masalah yang lebih dari sekedar studi kasus, dia tidak memberi siswa seluruh informasi tetapi menuntut mereka untuk menyelidiki situasi, mengembangkan pertanyaan-pertanyaan, dan menghasilkan rencana-rencana untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi, Barrow mengembangkan PBM agar siswa dapat mengintegrasikan, menggunakan dan menyaring informasi tentang masalah yang dihadapi pasien, gejala-gejala, data-data lab, keterangan-keterangan dan pelajaran

tentang penyakit, yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah medis (Barrows dalam Delisle, 1997: 3).

Tidak hanya dalam dunia medis, dalam matematika pun PBM diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah matematik. Dalam matematika siswa tidak hanya menghafal rumus dan mengerjakan latihan saja, namun siswa dituntut untuk memahami konsep dan membangun pemahaman, siswa juga harus mampu menerapkan matematika untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan kehidupan mereka sehari-hari.

PBM mencoba untuk membuat siswa lebih bertanggung jawab dalam pembelajaran, daripada sekedar menjadi penerima informasi yang pasif, siswa dididik untuk bertanya, menemukan informasi yang relevan, dan merancang solusi-solusi untuk masalah *open ended* dan masalah yang tidak lengkap (*ill-structured problem*). Gallagher (1997) mengidentifikasi bahwa ketika PBM menjadi bagian utuh dari pengajaran medis selama 2 dasawarsa, secara drastis PBM dapat merubah kurikulum dan metode pembelajaran.

Menurut Sears dan Hears (2001: 7) PBM dapat melibatkan siswa dalam berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah. Segmen-segmen PBM secara lengkapnya adalah sebagai berikut:

Engagement, yang mencakup beberapa hal seperti: Mempersiapkan siswa untuk dapat berperan sebagai *self directed problem solver* yang dapat berkolaborasi dengan pihak lain.

- (a) Menghadapkan siswa pada suatu situasi yang mendorong mereka untuk mampu menemukan masalahnya ; dan
- (b) Meneliti hakekat permasalahan yang dihadapi sambil mengajukan dugaan-dugaan, rencana penyelesaian masalah dan lain-lain.

Inquiry and Investigation, meliputi kegiatan:

- (a) Mengeksplorasi berbagai cara menjelaskan kejadian serta implikasinya, dan
- (b) Mengumpulkan serta mendistribusikan informasi

Performance: mengajukan temuan-temuan

Debriefing, mencakup beberapa hal seperti:

- (a) Menguji kelemahan dan keunggulan solusi yang dihasilkan dan
- (b) Melakukan refleksi atas efektivitas seluruh pendekatan yang telah digunakan dalam penyelesaian masalah.

PBM secara mendasar mengubah pandangan proses belajar-mengajar dari guru mengajar ke siswa belajar. Dalam pengajaran tradisional, siswa menganggap ahli dalam

setiap langkah pengajaran atau *sage on the stage*, dan sebagai sumber pengetahuan. Dalam PBM siswa dituntut untuk bekerja secara kooperatif dan menjadi bagian dari kelompok (*cooperative learning*). Kunci keefektifan dalam PBM adalah kemampuan siswa untuk bekerjasama secara efektif dalam memecahkan masalah (Peterson dalam Ngeow dkk., 1997). Dalam pembelajaran kelompok kecil ini, siswa didorong untuk dapat berkolaborasi, mengkoordinasikan pikiran dan usahanya untuk menyelesaikan tugas kelompok. Dalam pembelajaran seperti ini guru bertindak sebagai mitra kerja (*partnership*), tidak mendominasi kegiatan di kelas. Dengan demikian, guru lebih berperan sebagai motivator, organisator, fasilitator, jastifikator dan evaluator. Keuntungan yang dapat diperoleh dari pembelajaran seperti ini dapat dirasakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi ataupun yang berkemampuan kurang. Siswa kelompok atas dapat bertindak sebagai tutor bagi siswa kelompok bawah (memperoleh bantuan khusus dari teman, yang memiliki posisi sama). Siswa kelompok atas dapat lebih meningkatkan kemampuan akademiknya karena sebagai tutor menuntut pemikiran lebih mendalam dan lengkap untuk dikomunikasikan kepada temannya sendiri (Ibrahim dkk, 2000).

PBM menuntut perubahan peran guru dan siswa dari peran yang biasa dilakukan dalam pembelajaran tradisional. Guru memegang peranan dalam pembentukan aspek kognitif dan metakognitif dalam diri siswa bukan satu-satunya sumber belajar. Siswa berperan sebagai *problem solver*, pembuat keputusan, dan *meaning makers* bukan sebagai pendengar yang pasif. Lengkapnya, peran guru, siswa, dan masalah dalam PBM tampak seperti pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1
Peran Guru, Siswa, dan Masalah dalam PBM

Guru sebagai instruktur	Siswa sebagai <i>problem solver</i>	Masalah sebagai awal tantangan dan motivasi
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Asking about thinking</i> (bertanya tentang berpikiran) • Memonitor pembelajaran • <i>Probing/</i> menantang siswa untuk berpikir • Menjaga agar siswa dapat terlibat • Mengatur dinamika kelompok • Menjaga berlangsungnya proses 	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta yang aktif • Terlibat langsung dalam pembelajaran • Membangun pemahaman 	<ul style="list-style-type: none"> • Menarik untuk dipecahkan • Menyediakan kebutuhan yang ada hubungannya dengan pelajaran yang dipelajari

Bila PBM dibandingkan dengan pendekatan/metode lain khususnya ceramah, perbedaan-perbedaan tersebut dapat dirangkum seperti dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2
Perbandingan Metode Ceramah dan PBM

Komponen	Ceramah	PBM
Peran guru	Sebagai ahli <ul style="list-style-type: none"> • Langsung memberikan pemikiran • Memegang / sumber pengetahuan • Mengevaluasi siswa/ menilai siswa 	Sebagai pelatih: <ul style="list-style-type: none"> • Memberikan/menyaji- kan masalah • Memberi contoh, melatih • Terlibat dalam proses sebagai asisten membantu siswa • Menilai seluruh komponen pembelajaran
Peran siswa	Sebagai penerima: <ul style="list-style-type: none"> • Lamban/ tidak giat • Tidak aktif 	Sebagai peserta: <ul style="list-style-type: none"> • Aktif bergelut/ berhadapan dengan rumitnya masalah • menyelidiki dan memecahkan masalah
Aspek kognitif	Siswa meniru pengetahuan yang telah diterima dan menggunakannya	Siswa mengumpulkan dan membangun pengetahuan untuk pemecahan masalah
Metakognitif	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa pasif • Mempelajari keterampilan menjadi tanggung jawab siswa 	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi contoh dan melatih sesuai dengan yang dibutuhkan oleh siswa • Siswa mengembangkan strategi untuk memperoleh dan mengarahkan cara pembelajarannya sendiri.

a. Asesmen dalam PBM dan Level Berpikir

Isu sentral mengenai asesmen yang berkembang belakangan berpangkal pada pentingnya asesmen dikaitkan lebih dekat lagi dengan kegiatan pembelajaran agar diperoleh pembelajaran yang berkualitas dan penuh makna bagi siswa. Pandangan ini merupakan reaksi terhadap keadaan dalam beberapa dekade terakhir yang menjadikan para guru sebagai sosok vital yang menentukan produk dari kegiatan pembelajaran. Mereka harus berupaya menyesuaikan kegiatan pembelajaran dengan isi dan format tes baku sebagai tolok ukur yang biasa digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan siswa dari kegiatan belajar. Oleh karena itu wajarlah apabila kebiasaan yang dilakukan secara terus-menerus dalam jangka waktu yang relatif lama telah memformat pikiran kebanyakan guru dalam memandang peranan asesmen dalam pembelajaran sebagai kegiatan terpisah, yaitu asesmen dilakukan di akhir kegiatan pembelajaran dan berkaitan dengan pengukuran produk pembelajaran yang dapat dilakukan secara seragam.

Tujuan utama dari asesmen menurut Clarke (1996) untuk memodelkan pembelajaran yang efektif, memotitor perkembangan kemampuan siswa, dan menginformasikan tindakan yang diperlukan dalam pembelajaran. Keberhasilan proses pembelajaran tidak terlepas dari peran asesmen. Melalui asesmen guru agar terpandu menentukan metode atau pendekatan yang harus dilakukan agar pembelajaran efektif

dan memiliki nilai tambah bagi siswa. Proses untuk mendapatkan pembelajaran efektif akan ditemukan melalui pengamatan dan refleksi dari kegiatan yang dilakukan. Semua informasi yang diperoleh dari berbagai sumber dan melalui berbagai teknik asesmen dijadikan acuan untuk menentukan jenis dan bentuk tindakan pembelajaran.

Berdasarkan pengalaman Belanda pada saat awal menerapkan pendekatan pembelajaran matematika realistik atau lebih dikenal dengan *Realistic Mathematics Education* (RME), muncul masalah yang sulit dipecahkan terutama berkaitan dengan proses asesmen hasil belajar siswa. Karena dalam pendekatan RME penggunaan konteks memegang peranan penting, maka dalam proses asesmennya aspek tersebut tidak mungkin terlewatkan. Hal ini tampaknya sangat sederhana, akan tetapi jika kita lihat volume kerja yang harus dilakukan maka kesederhanaan tersebut berubah jadi sesuatu yang berat. Untuk itu diperlukan suatu strategi agar guru tidak kehabisan stok permasalahan kontekstual yang sesuai.

Apabila kumpulan permasalahan kontekstual telah tersedia, masalah selanjutnya muncul adalah bagaimana cara mendesain suatu masalah yang dapat digunakan secara fair dan berimbang untuk semua siswa. Selain itu bagaimana pula caranya memberikan penilaian (grading) kepada siswa sebagai hasil belajar mereka. Dengan demikian, secara umum terdapat tiga permasalahan utama menyangkut asesmen hasil pembelajaran yaitu: (1) bagaimana memperoleh situasi kontekstual orisinal sebagai bahan utama untuk melaksanakan asesmen? (2) bagaimana cara mendesain alat asesmen yang mampu merefleksikan hasil belajar siswa? dan (3) Bagaimana mengases hasil pekerjaan siswa?

Menurut Gardner (1992) asesmen didefinisikan sebagai suatu strategi dalam proses pemecahan masalah pembelajaran melalui berbagai cara pengumpulan dan penganalisisan informasi untuk pengambilan keputusan berkaitan dengan semua aspek pembelajaran. Menurut de Lange (1997) terdapat prinsip-prinsip pokok yang melandasi asesmen otentik dalam pembelajaran matematika. Asesmen otentik adalah asesmen yang dilakukan menggunakan beragam sumber, pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung, dan menjadi bagian tak terpisahkan dari pembelajaran. Asesmen ini biasanya mengecek pengetahuan dan keterampilan siswa pada saat itu (aktual), keterampilan, dan disposisi yang diharapkan dari kegiatan pembelajaran. Beragam bentuk yang menunjukkan bukti dari kegiatan belajar dikoleksi dalam kurun waktu tertentu dan dalam konteks yang beragam pula.

Walaupun konteks dalam asesmen berada di luar kelas dan hanya mengecek aspek-aspek tertentu dan sesaat, tugas yang diberikan menggunakan integrasi dan aplikasi dari pengetahuan dan keterampilan yang mereka miliki. Bukti dari sampel-sampel

yang dikumpulkan harus menunjukkan informasi yang cukup menggambarkan tingkah laku dan tingkat berpikir siswa. Dengan demikian melalui informasi ini guru dapat menentukan bantuan atau arahan yang diberikan kepada siswa dan tindakan lanjutan apa yang perlu dilakukan dalam pembelajaran.

Menurut de Lange (1997) lima prinsip utama yang melandasi asesmen dalam pembelajaran matematika. Pertama adalah bahwa asesmen harus ditujukan untuk meningkatkan kualitas belajar dan pengajaran. Walaupun ide ini bukan hal yang baru, akan tetapi maknanya sering disalahartikan dalam proses belajar mengajar. Asesmen seringkali dipandang sebagai produk akhir dari suatu proses pembelajaran yang tujuan utamanya untuk memberikan penilaian bagi masing-masing siswa. Makna yang sebenarnya dari asesmen tidak hanya menyangkut penyediaan informasi tentang hasil belajar dalam bentuk nilai, akan tetapi yang terpenting adalah adanya balikan tentang proses belajar yang telah terjadi.

Prinsip kedua adalah metoda asesmen harus dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan siswa mampu mendemonstrasikan apa yang mereka ketahui bukan mengungkap apa yang tidak diketahui. Berdasarkan pengalaman asesmen sering diartikan sebagai upaya untuk mengungkap aspek-aspek yang belum diketahui siswa. Walaupun hal ini tidak sepenuhnya salah, akan tetapi pendekatan yang digunakan lebih bersifat negatif, karena tidak memberikan kesempatan kepada siswa untuk menunjukkan kemampuan yang sudah mereka miliki. Jika pendekatan negatif yang cenderung digunakan, maka akibatnya siswa akan kehilangan rasa percaya diri.

Prinsip ketiga adalah bahwa asesmen harus bersifat operasional untuk mencapai tujuan-tujuan pembelajaran matematika. Dengan demikian alat asesmen yang digunakan mestinya tidak hanya mencakup tingkatan tertentu saja, melainkan harus mencakup ketiga tingkatan asesmen, yaitu: rendah, menengah dan tinggi. Karena kemampuan berpikir tingkat tinggi lebih sulit untuk diases, maka seperangkat alat asesmen harus mencakup berbagai variasi yang bisa secara efektif mengungkap kemampuan yang dimiliki siswa.

Prinsip keempat bahwa kualitas alat asesmen tidak ditentukan oleh mudahnya pemberian skor secara objektif. Berdasarkan pengalaman pemberian skor secara objektif bagi setiap siswa menjadi faktor yang sangat dominan manakala dilakukan asesmen terhadap kualitas suatu tes. Akibat dari penerapan pandangan ini adalah bahwa suatu alat asesmen hanya terdiri atas sejumlah soal dengan tingkatan rendah yang memudahkan dalam melakukan penskoran. Walaupun untuk menyusun alat asesmen dengan tingkatan tinggi lebih sulit, pengalaman menunjukkan bahwa tugas-tugas matematika yang ada didalamnya memiliki banyak keunggulan. Salah satu

keunggulannya siswa memiliki kebebasan untuk mengekspresikan ide-ide matematikanya sehingga jawaban yang diberikan mereka biasanya sangat bervariasi. Selain itu guru dimungkinkan untuk melihat secara mendalam proses berpikir yang digunakan siswa dalam menyelesaikan masalah yang diberikan.

Prinsip kelima adalah bahwa alat asesmen hendaknya bersifat praktis. Dengan demikian konstruksi tes dapat disusun dengan format yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan serta pencapaian tujuan yang ingin diungkap.

Dalam *Evaluation Standards* yang dikembangkan NCTM di Amerika Serikat terungkap sejumlah penekanan yang harus diberikan pada alat asesmen yang disusun, yaitu seperti tercantum dalam Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3
Penekanan dan Pengurangan pada Asesmen

Bagian yang harus ditekankan	Bagian yang harus dikurangi
Asesmen harus difokuskan pada apa yang diketahui siswa dan proses berpikirnya	Asesmen terfokus pada apa yang tidak diketahui siswa
Asesmen merupakan bagian integral dari proses belajar mengajar	Terfokus kepada pemberian skor
Berfokus kepada tugas-tugas matematika dalam skala yang luas serta menyeluruh	Menggunakan bilangan-bilangan besar dengan tingkatan rendah
Konteks permasalahan yang memungkinkan munculnya variasi jawaban.	Soal cerita yang mencakup sedikit kemampuan dasar.
Menggunakan berbagai teknik seperti tertulis, lisan dan demonstrasi	Hanya menggunakan tes tertulis
Menggunakan alat bantu seperti kalkulator, komputer, dan manipulatif	Larangan terhadap penggunaan alat-alat bantu

Tingkatan Asesmen dan Level Berpikir

Jika kita perhatikan tujuan diberikannya matematika di sekolah, maka akan muncul berbagai tingkatan berbeda dari alat asesmen yang dikembangkan. Berdasarkan kategorisasi dari de Lange (1994), terdapat tiga tingkatan berbeda yakni: tingkat rendah, tingkat menengah dan tingkat tinggi didasarkan kepada tujuan yang ingin dicapai. Karena asesmen bertujuan untuk merefleksikan hasil belajar, maka kategori ini dapat digunakan baik untuk tujuan-tujuan yang berkenaan dengan pendidikan matematika secara umum maupun untuk kepentingan asesmen.

Asesmen Tingkat Rendah

Tingkat ini mencakup pengetahuan tentang objek, definisi, keterampilan teknik serta algoritma standar. Beberapa contoh sederhana misalnya berkenaan dengan: penjumlahan pecahan, penyelesaian persamaan linear dengan satu variabel, pengukuran sudut dengan busur derajat, dan menghitung rata-rata dari sejumlah data yang diberikan. Asesmen tingkat rendah ini tidak hanya menyangkut keterampilan dasar seperti yang dicontohkan tadi. Akan tetapi asesmen tingkatan ini dapat juga untuk Level

III paling sulit didesain dan juga paling sulit mengevaluasi respon siswa. Pertanyaan Level III ini menuntut berupa masalah kehidupan sehari-hari yang dikonstruksi secara sederhana yakni di dalamnya tidak termuat suatu tantangan bagi siswa.

Menurut katagorisasi dari de Lange sebagian besar instrumen asesmen yang digunakan dalam matematika sekolah tradisional pada umumnya termasuk tingkat rendah. Sepintas mungkin kita berpikir bahwa soal yang dibuat untuk tingkatan yang paling rendah ini penyelesaiannya lebih mudah dibandingkan dengan dua tingkatan lain. Hal itu tidak sepenuhnya benar, karena pada tingkatan tersebut bisa saja diberikan suatu alat asesmen yang sangat sulit diselesaikan oleh siswa.

Asesmen Tingkat Menengah

Tingkat ini ditandai dengan adanya tuntutan bagi siswa untuk mampu menghubungkan dua atau lebih konsep maupun prosedur. Soal-soal pada tingkat ini misalnya dapat memuat hal-hal berikut: keterkaitan antar konsep, integrasi antar berbagai konsep, dan pemecahan masalah. Selain itu masalah pada tingkatan ini seringkali memuat suatu tuntutan untuk menggunakan berbagai strategi berbeda dalam penyelesaian soal yang diberikan.

Asesmen Tingkat Tinggi

Soal pada tingkat ini memuat suatu tuntutan yang cukup kompleks seperti berpikir matematik dan penalaran, kemampuan komunikasi, sikap kritis, kreatif, kemampuan interpretasi, refleksi, generalisasi dan matematisasi. Komponen utama dari tingkat ini adalah kemampuan siswa untuk mengkonstruksi sendiri tuntutan tugas yang diinginkan dalam soal.

Untuk mengases perkembangan berpikir dan pemahaman siswa, terlebih dahulu akan dibicarakan tiga tingkatan berpikir matematik yang dikemukakan oleh Shafer dan Foster (1997). Untuk berpikir Level I secara sederhana dapat dilihat dan dinilai, sebab pada level ini pertanyaan-pertanyaan difokuskan seperti dalam melakukan kalkulasi, menyelesaikan persamaan, mengemukakan fakta berdasar ingatan, atau respon siswa terhadap pertanyaan benar/salah. Level berpikir ini berkorespondensi dan sejajar dengan asesmen tingkat rendah yang dikemukakan de Lange (1996). Bentuk dari pertanyaan Level I berupa pilihan ganda, isian singkat, dan biasanya tidak dikaitkan terhadap situasi nyata ataupun situasi imajinatif.

Berpikir Level II, respon siswa memerlukan analisis lebih sulit dari pada Level I, sebab pertanyaan-pertanyaannya biasanya memerlukan informasi yang terintegrasi, dikaitkan antara atau antar domain matematika, atau menyelesaikan permasalahan yang

tidak rutin. Soal-soal seperti ini sulit didesain dan sulit juga direspon siswa. Pertanyaan untuk Level berpikir ini berkorespondensi dan sejajar dengan asesmen tingkat menengah yang dikemukakan de Lange (1996). Level II ini lebih tepat disajikan dalam suatu konteks baik itu dalam situasi nyata ataupun situasi imajinatif dan yang terpenting harus melibatkan siswa dalam mengambil keputusan matematik. Melalui permasalahan seperti ini, guru harus memahami cara dan strategi setiap siswa dalam berpikir melalui pengamatan kinerja dan hasil pekerjaan siswa dalam pembelajaran. Penalaran siswa dan langkah-langkah mereka dalam menjawab permasalahan akan menunjukkan perbedaan kemampuan berpikir secara kualitatif.

Permasalahan siswa untuk mematematisasi situasi, yaitu dapat memahami dan mengekstraksi matematika yang implisit dalam situasi dan menggunakannya untuk menyelesaikan permasalahan, mengembangkan model dan strategi mereka sendiri, dan membuat argumen-argumen matematik untuk digeneralisasi. Tipe permasalahan ini biasanya *open-ended*. Dapat terjadi lebih dari satu respon siswa yang dinyatakan benar, sepanjang didukung argumen-argumen matematik yang valid. Level berpikir ini berkorespondensi dan sejajar dengan asesmen tingkat tinggi yang dikemukakan de Lange (1996). Mengingat karakter dari asesmen untuk berpikir Level III seperti di atas, maka permasalahan lebih tepat dalam bentuk konteks nyata atau situasi imajinatif dan memungkinkan siswa menemukan strategi baru dalam menyelesaikannya. Guru harus memantau aktivitas setiap siswa bahkan mengetahui strategi dan argumen masing-masing siswa. Aspek setiap tingkatan dalam berpikir yang dikemukakan Shafer dan Foster 1997, tampak seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4
Tingkatan dalam Berpikir

Level I REPRODUKSI	Level II KONEKSI	Level III ANALYSIS
<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui fakta dasar • Menerapkan algoritma standar • Mengembangkan teknik keterampilan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengintergrasikan informasi • Membuat koneksi antar dan inter domain matematika • Menentukan alat yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan • Menyelesaikan permasalahan tidak rutin 	<ul style="list-style-type: none"> • Mematematisasi situasi • Menganalisis • Menginterpretasi • Mengembangkan model dan strategi tertentu • Membuat argumentasi matematik • menggeneralisasi

Karena asesmen diperlukan untuk mengukur dan menggambarkan perkembangan siswa dan kemampuannya dalam seluruh aspek domain matematika

dengan tiga level berpikir seperti dikemukakan di atas, maka program asesmen yang lengkap dan dilakukan sepanjang waktu secara berkesinambungan harus berupaya mengisi bagian seluruh piramid asesmen. Artinya pertanyaan-pertanyaan dalam asesmen harus mengandung semua level berpikir, memiliki variasi kesulitan, dan untuk semua domain matematika. Saat menulis pertanyaan atau tugas untuk level I, domain matematikanya dapat jelas dibedakan, dan tingkat kesulitannya mudah diperhatikan. Namun ketika level berpikir harus ditingkatkan, akan semakin sulit untuk memilah dan menentukan hanya mengandung satu domain matematika. Siswa mau tidak mau harus tertantang untuk mampu membuat banyak koneksi, bahkan koneksi yang lebih kompleks, antar domain matematika. Pertanyaan geometri misalnya, dapat mengandung pengetahuan dan penerapan aljabar, memerlukan interpretasi statistika, atau penerapan geometri sendiri. Semakin level berpikir ditingkatkan, rentang mudah dan sulit akan semakin kecil.

Alasan utama dan yang sangat penting mengapa guru melaksanakan perubahan dalam asesmen adalah untuk mendapatkan gambaran mengenai tingkat ketercapaian tujuan kurikulum, keberhasilan metode pembelajaran, dan ketepatan praktek asesmen sendiri. Melalui praktek asesmen ini guru dapat menggambarkan kesimpulan mengenai hal-hal yang diperlukan dalam pembelajaran, progres dalam mencapai tujuan kurikulum, dan efektivitas program matematika yang dilaksanakan. Tingkat kebermaknaan dari asesmen akan bergantung dari keselarasan antara metode asesmen dengan kurikulum. Apabila asesmen yang dilakukan tidak merefleksikan tujuan, maksud, dan isi dari kurikulum, maka informasi mengenai apa yang telah dimiliki siswa akan sangat minim.

Menurut NCTM (1989), pemecahan masalah (problem solving) merupakan esensi dari kekuatan matematika. Untuk menjadi seorang yang sukses, siswa tidak saja harus memahami konsep-konsep matematika, namun mereka juga harus memiliki penguasaan keterampilan matematika yang mahir. Yang lebih penting lagi, siswa harus mampu memanfaatkan kedua kemampuan matematika ini untuk memecahkan suatu permasalahan melalui penalaran matematik yang dimilikinya.

Pemecahan masalah matematik didefinisikan dalam berbagai terminologi. Yang lebih menarik perhatian adalah definisi yang dikemukakan oleh Charles dan Lester (1982) yaitu, permasalahan adalah suatu situasi atau tugas yang mana,

- siswa menghadapi suatu tugas yang perlu dicari solusinya;
- siswa tidak bisa langsung memiliki prosedur untuk menemukan solusinya;
- siswa melakukan usaha untuk mendapatkan solusinya;
- banyak cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh penyelesaiannya.

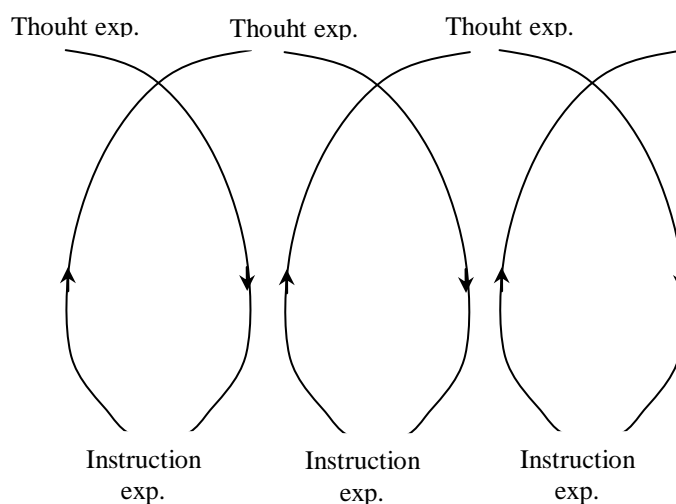
Pada dasarnya, tiga syarat utama suatu pemecahan masalah adalah kemaun, rintangan, dan upaya. Dari pandangan tentang pemecahan masalah ini, dapat disimpulkan bahwa tidak sedikit tugas-tugas matematika yang merupakan permasalahan, mulai dari soal

cerita yang sederhana sampai dengan permasalahan yang memerlukan kegiatan investigasi.

Untuk melihat permasalahan matematik berbeda dari yang lainnya dapat dilakukan dari tingkat keterbukaan dari permasalahan itu. Tiga kategori permasalahan matematika dapat disebut permasalahan tertutup (*closed problem*), permasalahan semiterbuka (*open-middled problem*), dan permasalahan terbuka (*open-ended problem*). Permasalahan tertutup merupakan tugas yang memiliki satu jawaban benar dan satu cara untuk mendapatkannya. Permasalahan semiterbuka adalah tugas yang memiliki satu jawaban benar namun banyak cara untuk menyelesaikannya. Sedangkan permasalahan terbuka adalah tugas dengan beberapa alternatif jawaban yang benar dan banyak cara untuk sampai pada jawaban-jawaban tersebut.

6. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi pengembangan model pembelajaran yang mencakup pengembangan bahan ajar, model kegiatan pembelajaran, dan model asesmen pembelajaran untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP. Secara keseluruhan penelitian ini akan dilakukan dalam dua tahap dengan masing-masing tahap akan dilaksanakan dalam satu tahun. Metode penelitian yang akan digunakan adalah mengikuti rangkaian penelitian pengembangan (*developmental research*) yang akan ditempuh melalui *thought experiments* dan *instruction experiments* dilakukan melalui proses siklis (Freudental, 1991) dan diakhiri dengan studi eksperimen untuk keperluan validasi model pembelajaran yang dikembangkan. Secara kumulatif, proses pengembangan yang dilakukan ditunjukkan pada diagram berikut.



Gambar 1. Siklis Penelitian Pengembangan (Freudental, 1991)

Penelitian ini akan dilakukan di sekitar kota Bandung, dengan subjek utama siswa SMP kelas satu di beberapa sekolah. Data yang diperlukan dalam penelitian ini akan dikumpulkan melalui beberapa cara diantaranya studi dokumentasi, observasi pembelajaran, pengisian kuisioner, wawancara, dan tes tertulis. Analisis data akan dilakukan sesuai dengan kebutuhan penelitian ini yaitu melalui analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif. Adapun rencana kegiatan penelitian pada setiap tahap adalah sebagai berikut.

Tahap Pertama

Tahap ini merupakan tahap identifikasi dan pengembangan *blueprint* model pembelajaran yang mencakup pengembangan model bahan ajar, model kegiatan pembelajaran, serta model asesmen. Langkah-langkah yang akan ditempuh pada tahap ini adalah: (1) analisis teoritis tentang berpikir kritis dan kreatif, (2) identifikasi karakteristik pembelajaran matematika berbasis masalah untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, (3) identifikasi permasalahan lapangan yang relevan, dan (4) mengembangkan prototipe model bahan ajar, model kegiatan pembelajaran, dan model asesmen.

Setelah diperoleh prototipe model pedagogi pembelajaran berbasis masalah, selanjutnya akan dilakukan: (5) analisis teoritik model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif; (6) penyempurnaan model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif; (7) mengadakan pelatihan bagi guru-guru SMP yang terlibat dalam kolaborasi penelitian; (8) ujicoba model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif; dan (9) penyempurnaan model bahan ajar, model pembelajaran, model asesmen, serta instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Tahap Kedua

Pada tahap kedua penyempurnaan model pembelajaran masih akan dilakukan, di samping evaluasi menyeluruh terhadap seluruh komponen model pembelajaran yang dikembangkan. Kegiatan penyempurnaan dan evaluasi model ini akan difokuskan untuk mengungkap efektivitas semua komponen pembelajaran yang dikembangkan, mengungkap karakteristik utama tentang model pembelajaran berbasis masalah yang berpotensi dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP, mengungkap respon dan kinerja siswa sebagai hasil dari model pembelajaran yang dikembangkan, serta mengungkap prinsip-prinsip dasar yang menjamin terlaksananya pembelajaran berkualitas untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Berkaitan dengan hal-hal tersebut, maka pada tahap terakhir ini akan dilakukan: (1) melihat efektivitas penerapan model yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP dilihat dari variasi kemampuan siswa, (2) melihat efektivitas

penerapan model yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP dilihat dari variasi kualitas sekolah, (3) melihat kemungkinan adanya interaksi antara variasi tipe masalah yang dikembangkan dengan tingkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, (4) melihat kemungkinan adanya interaksi antara variasi kualitas sekolah dengan tingkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, (5) Evaluasi model bahan ajar dan revisi akhir, dan (6) Diseminasi melalui kegiatan ilmiah seperti seminar/lokakarya dengan guru dan penulisan artikel untuk jurnal nasional/internasional.

Untuk keperluan di atas maka akan disusun suatu desain eksperimen. Unit-unit penelitian ditentukan berdasarkan kategori sekolah, kategori pembelajaran, dan kategori kemampuan matematika siswa yang selanjutnya sering dipertukarkan dengan kecerdasan siswa. Pengkategorian sekolah dibedakan ke dalam tiga kategori berdasarkan kualifikasinya, hal serupa juga dilakukan terhadap pembelajaran yang dibedakan menjadi tiga jenis pembelajaran. Tingkat kemampuan matematika siswa juga dikelompokkan menjadi tiga kategori kemampuan. Dari ketiga kategori pembelajaran ini akan diteliti dampak yang terbentuk dalam diri subjek sebagai akibat dari perlakuan pembelajaran, yaitu kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi siswa. Kontribusi dari masing-masing pendekatan pembelajaran ini dianalisis melalui pengujian hasil interaksi kategori sekolah dengan kategori kemampuan matematika siswa. Dengan demikian, desain eksperimen dalam studi ini dapat digambarkan sebagai berikut.

A	O	X_1	O
A	O	X_2	O
A	O		O

Dalam studi eksperimen ini setiap sekolah dipilih secara acak (A) dan di setiap sekolah sampel dipilih secara acak pula tiga kelas penelitian. Selanjutnya masing-masing kelas penelitian diberi pretes (O), perlakuan pembelajaran, dan postes (O). Dari ketiga kelas penelitian di setiap sekolah, masing-masing diberi perlakuan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) terbuka (X_1), PBM terstruktur (X_2), dan pembelajaran konvensional (biasa). Untuk melihat pengaruh pendekatan pembelajaran ini terhadap kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi siswa, penelaahan penelitian dilakukan berdasarkan beberapa faktor seperti kualifikasi sekolah, kecerdasan siswa, dan perbedaan gender (jenis kelamin). Kualifikasi sekolah dibagi ke dalam tiga kategori yaitu sekolah baik, sekolah cukup, dan sekolah kurang. Faktor kemampuan matematika siswa dibedakan ke dalam tiga tingkatan yaitu siswa dengan kecerdasan tinggi, kecerdasan kurang, dan kecerdasan rendah, sedangkan perbedaan gender dibagi menjadi siswa laki-laki dan siswa perempuan. Data dalam penelitian ini ditelaah menggunakan statistik analisis variansi (Anova) dua-jalur dan satu-jalur.

7. ANGGARAN PENELITIAN

Biaya yang diperlukan dalam penelitian ini adalah seperti tampak pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Anggaran Biaya Penelitian

Jenis Pengeluaran	Tahun I (Rp)	Tahun II (Rp)	Jumlah (Rp)
Pelaksana (Gaji dan Upah)	12.080.000,00	12.080.000,00	24.160.000,00
Bahan Aus (Material Penelitian)	16.750.000,00	15.420.000,00	32.170.000,00
Perjalanan	7.750.000,00	8.500.000,00	16.250.000,00
Pertemuan/Lokakarya/ Seminar	9.700.000,00	9.750.000,00	19.450.000,00
Dokumentasi/ Laporan/Publikasi	3.700.000,00	6.250.000,00	9.950.000,00
Total anggaran	49.980.000,00	50.000.000,00	99.980.000,00

8. PUSTAKA ACUAN

- Becker, J.P. dan Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Virginia: NCTM
- Bell, F.H. (1978). *Teaching and learning mathematics*. Iowa: WCB.
- Bitter, G.G. & Hatfield, M. M. (1993). Integration of the math explorer calculation into the mathematics curriculum: The calculators project report. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 12(1) 59-81.
- Boyd-Barret & Scanlon, E. (1991). *Computer and learning*. London: Addison-Wisley Publishing Company.
- Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (1999). *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Virginia: ASCD.
- Campion, J.C., Brown, A.L., & Connell, M.L. (1988). Metacognition: On the Importance of Understanding What You Are Doing. Dalam C.I. Randall, dan E.A. Silver (Eds.) *The Teaching and and Assessing of Mathematical Problem Solving*. Reston, Va: NCTM.
- Clarke, D. (1996). Assessment. Dalam A.J. Bishop, dkk. (Eds.). *International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cole, P.G. & Chan, L.K.S. (1994). *Teaching Principle and Practice*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Commission on Teaching Standards for School Mathematics of NCTM (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Virginia: NCTM
- Depdiknas. (2003). *Kurikulum 2004: Bidang Studi Matematika*. Jakarta: Depdiknas
- Djazuli, Achmad. (1999). *Kebijakan strategi Kantor Wilayah Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Propinsi Jawa Barat dalam upaya meningkatkan kualitas guru matematika*. Makalah disajikan dalam Seminar dan Lokakarya Kurikulum dan Pembelajaran Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA IKIP Bandung, 6-7 Agustus 1999.

- Evans, J. R. (1990) *Creative Thinking in the Decision and Management Sciences*. Cincinnati: South-Western Publishing Co.
- de Lange, J. & Verhage, H. (2000). *Mathematics Education and Assessment*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- de Lange, J. (2000). *Assessment: No Change without Problems*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Fischer, K.W. & Pipp, S.L. (1984). Processes of cognitive development: Optimal level and skills acquisition. In R.J. Srenberg (Ed.), *Mechanism of cognitive developmen*. New York: W.H. Freeman.
- Freudental, H. (1991). *Revisiting mathematical education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gaffar, M.F. (1996). High tech and high touch dalam pengembangan sumber daya manusia untuk tahun 2020. *Mimbar Pendidikan*, 4, 10-15.
- Gitomer, D.H. & Duschl, R.A., (1994). *Moving towards a portfolio culture in science education*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Herman, T. (2001). *Asesmen Portofolio dalam Pembelajaran Matematika*. Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Gajah Mada, Yogyakarta 14 Juli 2001.
- Hiebert, J. & Carpenter, T.P. (1992). Learning and Teaching with Understanding. Dalam D. A. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Reston, VA: NCTM.
- Hiebert, J. & Leferve, P. (1986). Conceptual and Procedural Knowledge in Mathematics: An Introductory Analysis. Dalam J. Hiebert (Ed.). *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hiebert, J. (1989). The Struggle to Link Written Symbols with Understanding: An Update. *Arithmetic Teacher*, 36(3), pp. 38-44.
- Koehler, M.S. & Grouws, D.A. (1992). Mathematics Teaching Practice and Their Effects. Dalam D.A. Grouws (Ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Reston, VA: NCTM.
- Lewis, C.C., & Tscuchida, I. (1998). A Lesson is Like a Swiftly Flowing River: How research lessons improve Japanese education. *American Educator*, Winter, 12-52.
- Mullis, I.V.S, dkk. (2000). TIMSS 1999: *International Mathematics Report*. Boston: The International Study Center.
- Munandar, U. (1999). *Mengembangkan Bakat dan Kreativitas Anak Sekolah*. Jakarta: Gramedia.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Virginia: NCTM
- NCTM [National Council of Teachers of Mathematics]. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- NCTM [National Council of Teachers of Mathematics]. (1991). *Profesional Standard for Teaching Mathematics*. Reston, Va.: NCTM.

- Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classrooms. In T.Nakahara, & M.Koyama (Eds.). *Proceedings of the 24th Conference of The International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol.1* (pp. 39-53). Hiroshima: Hiroshima University
- Piaget, J. (1972). *To Understand Is to Invent*. New York: Grossman.
- Polya, G. (1971). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematics Method*. New Jersey: Princeton University Press
- Posamentier, A.S. & Stepelman, J. (1990). *Teaching Secondary School Mathematics, Techniques and Enrichment Units*. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Renga, S. & Dalla, L. (1993). Affect: A Critical Component of Mathematical Learning in Early Childhood. Dalam R.J. Jensen (Ed.) *Research Ideas for the Classroom: Early Childhood Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Reys, B. & Barger, R. (1994). Mental Computation: Issues from the United States Perspective. Dalam R.E. Reys dan N. Nohda (Eds.). *Computational Alternatives for the 21st Century: Cross Cultural Perspectives from Japan and the United States*. Reston, Va: NCTM.
- Reys, R.B, Suydam, M.N., Linquist, M.M., & Smith, N.I. (1998). *Helping Children Learn Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Reys, R.E., Suydam, M.N, & Lindquist, M.M. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Robinson, D. (1998). Student portfolio in mathematics. *The Mathematics Teacher*, 91(4), 318-325.
- Rojano, T. (1996). Developing algebraic aspects of problem solving within a spreadsheet environment. In N. Bednarz, C. Kieran, & L. Lee (Eds.). *Approaches to algebra: Perspective for research and teaching*. Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Royer, J.M. (1986). Designing instruction to produce understanding. In G.D. Phye & T. Andre (Eds.), *Cognitive classroom learning*. (pp. 83-111). Florida: Academic Press.
- Semiawan, C. (1999). *Dimensi Kreatif dalam Filsafat Ilmu*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Sheets, C. (1993). *Effects of computer learning and problem solving tools on the development of secondary school students*. University of Maryland College Park: Ph.D. Dissertation.
- Stevenson, H., & Lee, S.Y. (1998). *The Educational System in Japan: Case Study Findings*. Michigan: Center for Human Growth and Development.
- Stiggins, R.J. (1994). *Student-centered classroom assessment*. New York: Macmillan College Publishing Company.
- Suydam, M.N. (1986). Manipulative Materials and Achievement. *Arithmetic Teacher*, 33(2), pp.83-90.
- Supriadi, D. (1997). *Kreativitas, Kebudayaan, dan Perkembangan IPTEK*. Bandung: Alfabeta.
- Tyler, R.W. (1991). Curriculum resources. In A. Lewy (Ed.) *The International Encyclopedia of curriculum*. (pp. 291-293). Oxford: Pergamon Press.
- Utari, S. (1999). *Implementasi kurikulum matematika 1993 pada sekolah dasar dan sekolah menengah*. Lembaga Penelitian IKIP Bandung: Laporan Penelitian.
- Wahyudin (1998). *Kemampuan guru matematika, calon guru matematika, dan siswa SD dalam mata pelajaran matematika*. IKIP Bandung: Laporan Penelitian.

LAMPIRAN

1. JUSTIFIKASI ANGGARAN

Rincian Anggaran Tahun I

1.1 Gaji dan Upah

No.	Pelaksana	Jumlah Pelaksana	Jumlah Jam/Minggu	Honor/Jam (Rp)	Biaya (Rp)
1.	Ketua Peneliti	1	12	5.500,00	3.880.000,00
2.	Anggota Peneliti	4	10	5.500,00	8.200.000,00
Jumlah Biaya					12.080.000,00

1.2 Bahan aus

No.	Nama Bahan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1.	Literatur (Jurnal/Buku/Software)			3.000.000,00
2.	Fotokopi bahan			1.250.000,00
3.	Sewa komputer	4	1.500.000,00	6.000.000,00
4.	ATK			6.500.000,00
Jumlah Biaya				16.750.000,00

1.3 Perjalanan

No.	Kota/Tempat Tujuan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1.	Transportasi dalam kota, antar kota (angkutan darat)	5	1.450.000,00	7.750.000,00
Jumlah Biaya				7.750.000,00

1.4 Lain-lain

No.	Uraian Kegiatan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1.	Rapat, Seminar, dan Lokakarya	10	500.000,00	6.000.000,00
2.	Seminar Nasional	2	1.850.000,00	3.700.000,00
3.	Dokumentasi/Laporan/Publikasi			3.700.000,00
Jumlah Biaya				10.500.000,00

Total anggaran untuk tahun I adalah Rp 49.980.000,00
(Empat puluh sembilan juta sembilan ratus delapan puluh ribu rupiah)

3. Biografi Peneliti

Ketua Peneliti

- a. Nama : Drs. Tatang Herman, M.Ed.
b. NIP : 131930258
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. Tempat/tanggal lahir : Garut/11 Oktober 1962
d. Pangkat/Golongan : Penata Tk-1/IIId
e. Jabatan : Lektor
f. Pekerjaan : Dosen Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
g. Alamat
Kantor : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
Jl. Setiabudhi 229 Bandung 40154 Indonesia
Telepon: (022) 2004508
Faksimilei: (022) 2001108
E-mail: tatangherman@upi.edu
Rumah : Bumi Asri Cijerah B-28 Bandung 40215 Indonesia
Telepon: (022) 6041462

h. Riwayat Pendidikan

Perguruan Tinggi	Gelar	Bidang Kajian	Tahun Lulus
IKIP Bandung	Sarjana	Pendidikan Matematika	1989
Deakin University Melbourne Australia	Master	Mathematics Education	1996

i. Pengalaman Akademik

Nama Kegiatan	Lamanya	Tempat	Institusi Penyelenggara	Tahun
Training Bahasa Inggris	5 bulan	Malang, Indonesia	IKIP Malang	1994
Professional Development Workshop (NPDP)	1 minggu	Melbourne, Australia	Deakin University	1995
International Conference in Mathematics Education (ICME)	1 minggu	Melbourne, Australia	Monash University	1995
Integrating Maths and Technology (Workshop)	2 hari	Melbourne, Australia	Mathematics Association of Victoria (MAV)	1995
Maths and Games (Workshop)	2 hari	Melbourne, Australia	MAV	1995
Seminar on Mental Computation	1 hari	Melbourne, Australia	Australian Catholic University	1996

International Seminar on Education Towards the Year 2020	2 hari	Bandung, Indonesia	IKIP Bandung & La Trobe University	1996
Workshop Penulisan Buku Teks	1 minggu	Jakarta, Indonesia	Pusat Perbukuan Nasional	1997
Classroom Action Research Workshop	2 hari	Bandung, Indonesia	IKIP Bandung and Ohio State University	1998
Japan's National Conference of Mathematics Teachers	3 hari	Hiroshima, Japan	Mathematics Teachers Association of Japan	1999
Seminar Nasional Pendidikan Matematika	3 hari	Yogyakarta, Indonesia	Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)	1999
Training on Teaching and Learning Mathematics	3 bulan	Tokyo and Maebashi, Japan	JICA dan Gunma University	1999-2000
Seminar Nasional Pendidikan Matematika	2 hari	Malang, Indonesia	Universitas Negeri Malang (UM)	2000
Konvensi Nasional Pendidikan (KONASPI IV)	4 hari	Jakarta, Indonesia	LPTK	2000
Workshop Penulisan Proposal Penelitian	1 minggu	Bandung, Indonesia	Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)	2001
Seminar Nasional Matematika	3 hari	Yogyakarta, Indonesia	Universitas Gadjah Mada (UGM)	2001
Seminar Nasional Pendidikan MIPA	2 hari	Bandung, Indonesia	UPI	2001
Seminar Nasional Pendidikan Matematika	2 hari	Bandung, Indonesia	UPI	2002

j. Pengalaman Penelitian

Karso & Herman, T. (1994). *Penerapan pedagogi materi subjek Kalkulus I dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi mahasiswa*. Bandung: IKIP Bandung.

Herman, T. (1996). *Pupils' strategies in mental computation* (Unpublished master thesis). Melbourne: Deakin University.

Karso & Herman, T. (1997). *Penerapan pedagogi materi subjek Aljabar Linear dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi mahasiswa*. Bandung: IKIP Bandung.

Herman, T. (1997). *Analisis mental komputasi yang digunakan siswa SLTP*. Bandung: IKIP Bandung.

- Herman, T. (1998). *Pengembangan asesmen portofolio untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika*. Bandung: IKIP Bandung.
- Herman, T. (1998). *Analisis kemampuan awal matematika siswa Sekolah Dasar dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran matematika SLT*. Bandung: IKIP Bandung.
- Dahlan, J. A. & Herman, T. (1999). *Korelasi antara sikap mahasiswa TPB FPMIPA terhadap hasil belajar Kalkulus I*. Bandung: IKIP Bandung.
- Herman, T. (1999). *Strategi mental aritmetik yang digunakan siswa Sekolah Dasar di Indonesia dan Australia*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia (UPI).
- Herman, T. & Suryadi, D. (2000). *Representasi dan strategi mental yang digunakan siswa SLTP dalam memecahkan permasalahan*. Bandung: UPI
- Herman, T. & Dasari, D. (2000). *Upaya untuk meningkatkan motivasi belajar siswa SLTP melalui evaluasi diri dan pembelajaran berpatner*. Bandung: UPI.
- Sinaryati, E. & Herman, T. (2000). *Upaya mengatasi keberagaman kemampuan siswa dalam belajar matematika melalui kerja-kelompok di kelas II B SMUN 6 Bandung*. Bandung: UPI.
- Suryadi, D. & Herman, T. (2000). *Pengembangan model pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SLTP*. Bandung: UPI.
- Herman, T. & Suryadi, D. (2001). *Pengembangan kemampuan penalaran deduktif dan induktif melalui kegiatan pemecahan masalah di SLTP*. Bandung: UPI
- Suryadi, D. & Herman, T. (2001). *Meningkatkan kemampuan siswa SLTP dalam menemukan konjektur melalui kegiatan pemecahan masalah*. Bandung: UPI.
- Herman, T. & Suryadi, D. (2001). *Meningkatkan kemampuan siswa SLTP dalam menemukan pola melalui kegiatan pemecahan masalah*. Bandung: UPI.
- Herman, T. (2001). *Pengembangan teaching materials di SLTP melalui pembelajaran Realistic Mathematics Educarion (RME)*. Bandung: UPI.
- Herman, T. (2002). *Meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematik dalam pembelajaran matematika SLTP*. Bandung: UPI (dalam proses).
- Herman, T. & Nurjanah. (2002). *Penerapan experimental learning dalam perkuliahan Perencanaan Pengajaran Matematika untuk meningkatkan kualitas pembelajaran..* Bandung: UPI (dalam proses)

k. Daftar Publikasi

- Herman, T. & Aryanti. (1998). *Buku paket matematika SLTP Kelas I*. Jakarta: Gapalin Sukses
- Herman, T. & Aryanti. (1998). *Buku paket matematika SLTP Kelas II*. Jakarta: Gapalin Sukses

- Herman, T. & Aryanti. (1998). *Buku paket matematika SLTP Kelas III*. Jakarta: Gapalin Sukses
- Herman, T. & Aryanti. (1998). *Pegangan guru matematika SLTP Kelas I*. Jakarta: Gapalin Sukses
- Herman, T. & Aryanti. (1998). *Pegangan guru matematika SLTP Kelas II*. Jakarta: Gapalin Sukses
- Herman, T. & Aryanti. (1998). *Pegangan guru matematika SLTP Kelas III*. Jakarta: Gapalin Sukses
- Herman, T. (1999). Strategi mental aritmetik yang digunakan siswa Sekolah Dasar di Indonesia dan Australia. *Mimbar Penelitian*, 30(1), 86-99.
- Herman, T. & Suyana, I. (1999). *Buku paket fisika SLTP Kelas I*. Bandung: Djatnika.
- Herman, T. & Suyana, I. (1999). *Buku paket fisika SLTP Kelas II*. Bandung: Djatnika.
- Herman, T. & Suyana, I. (1999). *Buku paket fisika SLTP Kelas III*. Bandung: Djatnika.
- Herman, T. (2000). *Portofolio: Asesmen alternatif pada era global*. Prosiding Seminar Nasional dalam Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta (UNY).
- Herman, T. (2001). *Strategi mental yang digunakan siswa SD dalam melakukan*. Prosiding Seminar Nasional dalam Pendidikan Matematika. Yogyakarta: UNY
- Herman, T. (2001). *Mengembangkan asesmen portofolio dalam pembelajaran matematika*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada (UGM).
- Herman, T. (2001). *Pengembangan profesionalisme guru matematika melalui kegiatan kolaborasi penelitian tindakan kelas*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan MIPA. Bandung: UPI
- Herman, T. (2002). *Matematika dan pembelajaran matematika di SD dan SLTP: Suatu refleksi menyeluruh*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Matematika. Bandung: UPI.

Anggota Peneliti

- a. Nama : Dr. Munir, M.IT
b. NIP :
c. Jenis Kelamin : Laki-laki
d. Tempat/tanggal lahir : Majalengka, 25 Maret 1966
e. Pangkat/Golongan : Penata Muda/IIIa
f. Pekerjaan : Dosen Jurusan Pendidikan Matematika
g. Alamat
Kantor : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
Jl. Dr. Setiabudhi no. 229 Bandung 20154 Indonesia
Telepon (022) 2004508
Rumah : Puri Cipageran Indah 2 Blok C 13 No. 25
Cimahi – Bandung 40511

h. Riwayat Pendidikan

Perguruan Tinggi	Gelar	Bidang Kajian	Tahun Lulus
IKIP Bandung	Sarjana	Dunia Usaha	1992
Universitas Kebangsaan Malaysia	Master	Teknologi Multimedia	1997
Universitas Kebangsaan Malaysia	Doktor	Teknologi Multimedia	2001

i. Pengalaman kerja dalam penelitian, pengalaman profesional dan kedudukan saat ini

Institusi	Jabatan	Periode Kerja
Pesantren Al-Qur'an Babussalam, Bandung	Manager Pemasaran Wildan Co	1990 - 1992
PT Duta Erawidya	Supervisor Pemasaran	1993 - 1995
UKM Malaysia	Research Assisstant	1996 -2001

j. Daftar publikasi yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan

No.	Judul	Tempat Publikasi	Tahun
1.	Paket Pembacaan Berbantuan Komputer Melalui Pendekatan Kesusastraan	Universitas Malaya	1997
2.	Multimedia dalam Pendidikan untuk Menggalakan Literasi. <i>Tahap 1</i>	UKM (Malaysia)	1997
3.	Multimedia dalam Pendidikan untuk Menggalakan Literasi. <i>Tahap 2</i>	UKM (Malaysia)	1997
4.	Multimedia dalam Pendidikan untuk Menggalakan Literasi. <i>Tahap 3</i>	UKM (Malaysia)	1998

5.	A Multimedia Based Tutoring System to Motivate Literacy	Bangkok	1998
6.	Menggalakkan Kanak-Kanak Membaca Berbantuan Multimedia	Jurnal Dewan bahasa	1998
7.	Meningkatkan Kreativiti Berbahasa bagi kanak-Kanak Prasekolah Berbantuan Multimedia	Jurnal Dewan Bahasa	1999
8.	Aplikasi Multimedia dalam Pendidikan untuk Memotivasikan Literasi	Jurnal Bahagian Teknologi Pendidikan	1999
9.	A Multimedia Based Tutoring System. <i>New Review of Children's Literature and Librarianship</i>	United Kingdom	2000
10.	Motivating literacy to young children through a multimedia based tutoring system.	New Zealand	2000
11.	Aplikasi Multimedia dalam Pendidikan	Jurnal Pemikir, Kualalumpur	2000
12.	Aplikasi Multimedia dalam Proses Belajar Mengajar	Mimbar Pendidikan, UPI Bandung	2001
13.	Model Toko Melalui Internet	Jurnal Strategic, UPI	2001

Anggota Peneliti

- a. Nama : Drs. Heri Sutarno, M.T.
b. NIP : 131410892
c. Jenis Kelamin : Laki-laki
d. Tempat/tanggal lahir : Tasikmalaya, 14 Juli 1956
e. Pangkat/Golongan : Pembina / IVA
f. Pekerjaan : Dosen Jurusan Pendidikan Matematika
g. Alamat
Kantor : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
Jl. Dr. Setiabudhi no. 229 Bandung 20154 Indonesia
Telepon (022) 2004508
Rumah : Jl. Dieng 2 No. 81 Cibeureum Raya
Cimahi – Bandung 40511

h. Riwayat Pendidikan

Perguruan Tinggi	Gelar	Bidang Kajian	Tahun Lulus
IKIP Bandung	Sarjana muda	Pendidikan Matematika	1978
IKIP Bandung	Sarjana	Pendidikan Matematika	1981
Institut Teknologi Bandung	Master	Rekayasa Perangkat Lunak	2000

j. Pengalaman Akademik

No.	Nama Kegiatan	Tempat	Tahun
1.	Seminar Nasional Matematika di Universitas Negeri Yogyakarta, sebagai penyaji makalah "Fungsi Pembangkit Momen"	UNY	2001
2.	Seminar Nasional Matematika di Universitas Gajah Mada, sebaga penyaji makalah "Formulasi Galerkin dalam Menyelesaikan Masalah Elemen Hingga"	UGM	2001
3.	Seminar dan Lokakarya Pendidikan Matematika	UPI	2001
4.	Seminar dan Workshop RME	UPI	2001

j. Daftar Publikasi

No.	Judul	Tempat Publikasi	Tahun
1.	Kaitan Atara Sikap, Motif Berprestasi, dan Kegiatan Belajar dengan Hasil Belajar Kalkulus	IKIP Bandung	1993

	Pada Mahasiswa Tingkat Pertama Bersama FPMIPA IKIP Bandung		
2.	Studi Penerapan Pedagogi Materi Subyek Melalui Kerangka Pemecahan Masalah Matematika dalam Kerangka Pengembangan Keterampilan Intelektual Mahasiswa FPMIPA IKIP Bandung	IKIP Bandung	1994
3.	Perangkat Lunak Bantu Analisis dan Perancangan Percobaan	Tesis S2, Teknik Informatika, ITB	2000

Anggota Peneliti

- a. Nama : Drs. Kusnandi, M.Si.
 b. NIP :132052370
 c. Jenis Kelamin : Laki-laki
 d. Tempat/tanggal lahir : Garut, 30 Maret 1969
 e. Pangkat/Golongan : Penata/IIIc
 f. Pekerjaan : Dosen Jurusan Pendidikan Matematika
 g. Alamat
 Kantor : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
 Jl. Dr. Setiabudhi no. 229 Bandung 20154 Indonesia
 Telepon (022) 2004508
 Rumah : Jl. Riung Saluyu VIIIA Blok IKA No. 52
 Riung Bandung
 Telepon: (022) 7510090

h. Riwayat Pendidikan

Perguruan Tinggi	Gelar	Bidang Kajian	Tahun Lulus
IKIP Bandung	Sarjana	Pendidikan Matematika	1992
Institut Teknologi Bndung	Master	Matematika	1998

i. Pengalaman Akademik

No.	Nama Kegiatan	Tempat	Tahun
1.	Seminar Nasional Matematika di Universitas Yogyakarta, sebagai penyaji makalah " Model Beda Hingga untuk Difusi Panas dalam Media yang Memuat Crack Berskala Kecil"	UNY	2001
2.	Seminar Nasional Matematika di Universitas Gajah Mada, sebagai penyaji makalah "Difusi Panas dalam Media yang Memuat Crack berskala Kecil. Kasus Multiple scattering pada Rigid Crack"	UGM	2001
3.	Workshop Penulisan Proposal Penelitian	Lembaga Penelitian UPI	2001
4.	Seminar Nasional Matematika, sebagai penyaji makalah " Solusi Deret untuk Masalah Cauchy Persamaan Gelombang dalam ruang"	UPI	2002

j. Daftar Publikasi

No.	Judul	Tempat Publikasi	Tahun
-----	-------	------------------	-------

1.	Penelusiran Jejak Gelombang Seismik dalam media Anisotropik	Tesis S2, Matematika ITB	1998
2.	Heat Diffusion in two- Dimensional Media Containing Small-Scale Crack	Jurnal Pengajaran MIPA UPI	2001
3.	Difusi Panas dalam Media yang Memuat Crack berskala Kecil. Kasus Multiple scattering pada Rigid Crack"	UGM	2001

Anggota Peneliti

- a. Nama : Yaya S. Kusumah, M.Sc., Ph.D.
b. NIP : 131283981
c. Jenis Kelamin : Laki-laki
d. Tempat/tanggal lahir : Banten, 22 September 1959
e. Pangkat/Golongan : Pembina/IVa
f. Pekerjaan : Dosen Jurusan Pendidikan Matematika
g. Alamat
Kantor : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
Jl. Dr. Setiabudhi no. 229 Bandung 20154 Indonesia
Telepon (022) 2004508
Rumah : Jl. Villa Asri Raya No. B/16,
Bumi Asri 3, RT 02/10 Sukapada, Bandung 40125

h. Riwayat Pendidikan

Perguruan Tinggi	Gelar	Bidang Kajian	Tahun Lulus
IKIP Bandung	Sarjana	Pendidikan Matematika	1981
Curtin University of Technology	Master	Matematika	1994
Curtin University of Technology	Doktor	Matematika	2001

j. Pengalaman Akademik

No.	Nama Kegiatan	Tempat	Tahun
1.	Lokakarya Komputer "LOGO"	Universitas Terbuka, Jakarta	1986
2.	Seminar "Computer Assisted Instruction (CAI)", kerjasama antara Goethe Institut dan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.	Wisma Universitas Terbuka	1986
3.	International Conference on Mathematics, diselenggarakan oleh MAA (The Mathematical Association of America)	Phoenix, Arizona, Amerika Serikat	1989
4.	International Conference on Mathematics Education, diselenggarakan oleh NCTM	Orlando, Florida, Amerika Serikat	1989
5.	Seminar Program Komputer nasional, sebagai penyaji makalah "Program Komputer dalam bahasa BASIC"	IKIP Surabaya	1994
6.	ACCMCC- Australasian Conference on Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computing ke-20, sebagai penyaji makalah	University of Auckland, New Zealand	1994

	"Heuristic Procedure for the Facility Layout Designs"		
7.	Seminar Pendidikan Matematika se-Wilayah Cirebon, sebagai penyaji makalah "Teori Graf sebagai Mteri Baru dalam Kurikulum SMU"	Cirebon	1995
8.	The South East Asian Regional Conference on Mathematical Analysis and Statistics, sebagai penyaji makalah "Edge-inserting and Removing Algorithm for the Facility Layout Problems"	Universitas Gajah Mada, Yogyakarta	1995
9.	Pelatihan Dosen LPTK se-Indonesia, sebagai penyaji makalah "Program Komputer MAPLE"	ITB, Bandung	1995
10.	Seminar MGMP Kabupaten Kuningan, sebagai penyaji makalah "Kurikulum Baru Matematika dalam Pembahasan Fungsi serta Pembelajarannya"	Kuningan	1996
11.	Seminar "BAHANA Matematika", sebagai penyaji makalah "Menuju Pemahaman secara Bermakna dalam Usaha Mengaitkan Matematika dengan Dunia Nyata"	IPPMI Kabupaten Serang	1996
12.	"SIGMA"- Shooting Film Kuis Matematika untuk anak SD (Sebagai Content Director dalam matematika SD dan program komputer	RCTI (Rajawali Citra televisi Indonesia)	1996
13.	"Gridlock"		1998
14.	The International Conference on Optimazation, Techniques and Applications 1998, sebagai penyaji makalah "A new heuristic algorithm for the facility layout design"	Curtin university of Technology, Perth, Western Australia	2000
15.	The International Federation of Nonlinear Analysts, WCNA-200, sebagai penyaji makalah "Computational Aspects of the facility Layout Design Problem"	The University of Catania, Italy	2001
16.	The 26 th Australasian Conference on Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computing, sebagai penyaji makalah "Constructive Heuristic for the Facility Layout Design Problems"	Curtin university of Technology, Perth, Western Australia	

k. Daftar Publikasi

No.	Judul	Tempat Publikasi	Tahun
-----	-------	------------------	-------

1.	Korelasi antara nilai Matematika dan Nilai IPA siswa SMA sebagai syarat untuk dapat diterima di Perguruan Tinggi melalui Perintis II dan PMDK	IKIP Bandung	1986
2.	Hubungan antara Prestasi Belajar Peserta Pra S2 Matematika dengan Pengalaman belajar Mengajarnya di S1 IKIP	IKIP Bandung	1987
3.	Optimization Algorithms for the facility Layout Problem	Curtin University of Technology, Pert	1994
4.	Evaluasi Diri Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA IKIP Bandung	IKIP Bandung	1995
5.	Analisis Kesulitan Guru SD Binaan IKIP Bandung dalam Pemahaman Konsep-konsep Dasar Matematika SD Menurut Kurikulum 1994 Beserta Bantuan Remedialnya	IKIP Bandung	1996
6.	Algoritma heuristik untuk menyelesaikan masalah tata letak fasilitas dengan pendekatan Teori Graf	IKIP Bandung	1996
7.	Aplikasi Pola Pikir Logis dan Sistematis dalam Rancangan Diagram Alur dan Formulasi Sintaks-sintaks Program Komputer (Studi tentang Kemam-puan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA IKIP Bandung)	IKIP Bandung	1996
8.	A new heuristic algorithm for the facility layout design	Technical Report, Curtin University of Technology	1998
9.	Graph Theoretic Based Heuristics for the facility Layout Design Problem	Proceeding Opretional Research Society of new Zealand	1999
10.	Computational Aspects of the Facility Layout Design Problem	Jurnal International Federation of Non Linear Analysis, Florida	2000

