

**PENGEMBANGAN PAKET
PEMBELAJARAN BERBANTUAN KOMPUTER MATERI IRISAN
PADA KELAS 3 SEKOLAH MENENGAH UMUM**

TESIS

OLEH
ABDUSSAKIR
NIM 100671511109



**UNIVERSITAS NEGERI MALANG
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
JANUARI 2003**

**PENGEMBANGAN PAKET
PEMBELAJARAN BERBANTUAN KOMPUTER MATERI IRISAN
PADA KELAS 3 SEKOLAH MENENGAH UMUM**

TESIS

**Diajukan kepada
Universitas Negeri Malang
untuk memenuhi salah satu persyaratan
dalam menyelesaikan program Magister
Pendidikan Matematika**

Oleh
Abdussakir
NIM 10061511109

**UNIVERSITAS NEGERI MALANG
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
Januari 2003**

ABSTRAK

Abdussakir. 2003. *Pengembangan Paket Pembelajaran Berbantuan Komputer Materi Irisan pada Siswa Kelas III SMU*. Tesis, Jurusan Pendidikan Matematika, Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Pembimbing: (I) Purwanto, Ph.D., (II) Drs. Gatot Muhsetyo, M.Sc.

Kata kunci: pengembangan, paket, komputer, irisan.

Geometri menempati posisi khusus dalam kurikulum sekolah menengah, karena banyaknya konsep-konsep yang termuat di dalamnya. Pada dasarnya, geometri mempunyai peluang yang lebih besar untuk dipahami. Namun, kenyataan menunjukkan bahwa prestasi siswa dalam geometri masih rendah dan perlu ditingkatkan.

Kesulitan siswa dalam mempelajari geometri terutama pada materi dimensi tiga termasuk materi irisan. Kesulitan ini perlu diatasi agar siswa tidak mengalami kesulitan untuk memahami materi geometri selanjutnya.

Penggunaan komputer dalam pembelajaran geometri diyakini dapat mengatasi kesulitan siswa untuk memahami materi geometri. Pemanfaat komputer dalam pembelajaran dikenal dengan istilah Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK). Pembelajaran ini dapat terlaksana jika tersedia paket yang dibutuhkan untuk belajar geometri. Pada kenyataannya di Indonesia belum tersedia paket PBK yang dapat digunakan siswa secara optimal untuk mempelajari materi irisan. Jadi, perlu dikembangkan paket PBK yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi irisan pada siswa kelas III SMU.

Pengembangan paket ini didasarkan pada model yang dikemukakan oleh Abdussakir dan Sudarman yang memuat 9 komponen, yaitu (1) pengenalan/ilustrasi, (2) presentasi tujuan, (3) presentasi materi prasyarat, (4) presentasi materi utama, (5) pemberian bimbingan pembelajaran, (6) presentasi latihan, (7) pemberian umpan balik, (8) presentasi rangkuman, dan (9) pemberian tes. Pengembang melakukan adaptasi sehingga paket memuat 12 komponen, yaitu (1) penampilan logo, (2) pemberian ilustrasi, (3) perumusan tujuan pembelajaran, (4) pemberian tes awal, (5) pemberian uraian materi pengantar, (6) pemberian uraian materi utama, (7) pemberian uraian contoh-contoh, (8) pemberian latihan soal, (9) pemberian rangkuman, (10) pemberian tes akhir, (11) pemberian penghargaan, dan (12) pemberian petunjuk.

Pengembangan paket ini mengikuti prosedur pengembangan yang dikemukakan oleh Alessi dan Trollip, yaitu (1) menentukan tujuan, (2) mengumpulkan bahan acuan, (3) mempelajari bahan acuan, (4) mengembangkan ide, (5) merancang pembelajaran, (6) menyusun *flowchart*, (7) membuat *storyboard*, (8) menyusun program, (9) menyusun materi pendukung, dan (10) melaksanakan evaluasi dan revisi.

Paket ini diprogram menggunakan compiler Turbo Pascal Versi 7.0 yang berbasis DOS. Pemrograman ini menghasilkan 5 file yang terdiri dari 4 file eksekusi (.EXE), 1 file data (.DAT). File-file ini menjadi satu kesatuan bersama dengan 4 file bawaan Turbo Pascal.

Karakteristik paket ini adalah (1) mempunyai bentuk tutorial bercabang, (2) menggunakan sistem operasi MS DOS versi 6 atau lebih, (3) menggunakan sistem menu datar tanda terang dan menu datar selektor, (4) menggunakan keyboard untuk memilih menu, (5) menggunakan pembelajaran yang disesuaikan dengan tahap-tahap berpikir van Hiele, dan (6) mempunyai 12 komponen yaitu penampilan logo, pemberian ilustrasi, perumusan tujuan pembelajaran, pemberian tes awal, pemberian uraian materi pengantar, pemberian uraian materi utama, pemberian uraian contoh-contoh, pemberian latihan soal, pemberian rangkuman, pemberian tes akhir, pemberian penghargaan, dan pemberian petunjuk.

Alur jalannya paket ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama, paket menampilkan logo dan kemudian memberikan ilustrasi. Selanjutnya paket menawarkan kepada siswa untuk mengikuti materi informasi yang memuat tujuan pembelajaran. Setelah itu, siswa akan menghadapi tes awal yang memuat 10 soal pilihan ganda. Selanjutnya siswa akan masuk ke menu utama yang memuat pilihan petunjuk, materi pengantar, materi utama, contoh-contoh, latihan, rangkuman, dan tes akhir. Setelah mengikuti tes akhir siswa akan mendapat penghargaan sesuai kinerjanya dalam tes. Pada menu utama juga terdapat pilihan keluar.

Kelebihan yang dimiliki paket ini adalah (1) memiliki fasilitas untuk mengatur kecepatan tulisan, (2) memiliki menu halaman sehingga siswa dapat kembali, mengulang, melanjutkan, menuju halaman tertentu, atau keluar menuju komponen yang lain, (3) memiliki fasilitas keluar hampir pada setiap tampilan, (4) memiliki menu utama sehingga siswa dapat memilih bagian yang akan dipelajari, (5) memiliki bentuk penyajian yang kontrol sepenuhnya ada pada siswa, (6) memiliki menu data yang merupakan perpaduan antara menu datar tanda terang dengan menu datar selektor pilihan, (7) memiliki komponen informasi dan petunjuk yang dapat memberikan penjelasan cara pengoperasian, dan (8) memiliki petunjuk manual yang dilengkapi dengan gambar-gambar yang ditampilkan pada bagian contoh, latihan, dan tes akhir. Sedangkan kekurangan paket ini adalah (1) tidak menggunakan mouse untuk menentukan pilihan, dan (2) tidak memiliki fasilitas untuk mengatur kecepatan demo.

Evaluasi dan revisi paket ini melalui empat tahap, yaitu (1) konsultasi ahli, (2) tanggapan dan penilaian ahli, (3) uji coba perorangan tahap pertama, dan (4) uji coba perorangan tahap kedua. Berdasarkan analisis data tanggapan dan penilaian ahli dan guru bidang studi matematika disimpulkan bahwa paket ini telah memiliki kualitas layak untuk digunakan siswa. Berdasarkan uji coba perorangan tahap pertama dan kedua disimpulkan bahwa paket ini sudah dapat dioperasikan dengan baik oleh siswa.

Hasil kerja pengembangan yang berupa tesis ini terdiri atas dua bagian. Bagian pertama memuat kajian analitis pengembangan dan bagian kedua berupa disket yang berisi paket PBK.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Batasan Masalah	9
D. Tujuan Pengembangan	10
E. Pentingnya Pengembangan	10
F. Spesifikasi Produk yang Diharapkan	10
G. Definisi Istilah	11
H. Sistematika Penulisan	12
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Pengertian Komputer	14
B. Pembelajaran dengan Komputer	16
1. Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK)	18
2. Pembelajaran Dikelola Komputer (PDK)	22
C. Teori Belajar yang Melandasi PBK	23
D. Syarat-syarat PBK yang Baik	24
E. Kelebihan dan Kelemahan PBK.....	26
F. Pembelajaran Matematika Berbantuan Komputer	28
G. Pembelajaran Geometri	32
H. Teori van Hiele dan Penelitian yang Relevan	34
I. Tingkat Berpikir van Hiele	35
J. Pembelajaran Materi Irisan	39
K. Pembelajaran Materi Irisan Berdasarkan Toeri van Hielle dengan Komputer	41
BAB III METODE PENGEMBANGAN	
A. Model Pengembangan	48
B. Prosedur Pengembangan	50
C. Uji Coba Produk	53

1. Desain Uji Coba	53
2. Subjek Uji Coba	55
3. Jenis Data	59
4. Instrumen Pengumpul Data	59
5. Teknik Analisis Data	60
BAB IV HASIL PENGEMBANGAN	
A. Pelaksanaan Pengembangan	62
B. Hasil Pengembangan	77
1. Hasil Pengembangan Tahap I	77
2. Hasil Pengembangan Tahap II	93
3. Hasil Pengembangan Tahap III	96
4. Hasil Pengembangan Tahap IV	105
BAB V KAJIAN DAN SARAN	
A. Kajian Produk yang Telah Direvisi	112
B. Saran-saran	117
1. Saran untuk Keperluan Pemanfaatan Produk	117
2. Saran untuk Diseminasi Produk	118
3. Saran untuk Pengembangan Lebih Lanjut	118

Daftar Rujukan

Lampiran-lampiran

Riwayat Hidup

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Subyek Uji Coba Perorangan Tahap Pertama	59
3.2 Subyek Uji Coba Perorangan Tahap Kedua	59
3.3 Kualifikasi Tingkat Kelayakan	61
4.1 Daftar Nama File Berdasarkan Ekstensinya	72
4.2 Data Hasil Konsultasi dengan Ahli Materi	77
4.3 Data Hasil Konsultasi dengan Ahli Pemrograman	80
4.4 Data Hasil Konsultasi dengan Ahli Teknologi Pembelajaran	83
4.5 Revisi Produk Berdasarkan Analisis Data Konsultasi Ahli Materi	90
4.6 Revisi Produk Berdasarkan Analisis Data Konsultasi Ahli Pemrograman	90
4.7 Revisi Produk Berdasarkan Analisis Data Konsultasi Ahli Teknologi Pembelajaran.....	91
4.8 Revisi Produk Berdasarkan Analisis Data Tanggapan dan Penilaian Guru Bidang Studi Matematika	95
4.9 Kesulitan Siswa Selama Menggunakan Paket PBK	98
4.10 Reaksi dan Prilaku Siswa Selama Menggunakan Paket PBK	99
4.11 Skor Tes Awal, Skor Tes Akhir, dan Waktu Penggunaan Paket PBK	101
4.12 Kesulitan Siswa Selama Menggunakan Paket PBK	106
4.13 Reaksi dan Prilaku Siswa Selama Menggunakan Paket PBK	107
4.14 Skor Tes Awal, Skor Tes Akhir, dan Waktu Penggunaan Paket PBK	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Contoh dan Bukan Contoh Irisan antara Bidang dan Bangun Ruang	42
2.2 Contoh dan Bukan Contoh Irisan untuk Menemukan Sifat Bahwa Irisan Harus Berbentuk Bidang Datar	43
2.3 Contoh dan Bukan Contoh Irisan untuk Menemukan Sifat Bahwa Irisan Harus Dibatasi oleh Perpotongan Bidang dengan Sisi Bangun Ruang	43
2.4 Contoh dan Bukan Contoh Irisan untuk Menemukan Sifat Bahwa Irisan Harus Membagi Bangun Ruang Menjadi Dua Bagian.....	44
2.5 Kubus ABCD.EFGH dengan Titik K dan L	45
2.6 Gambar Irisan antara Bidang yang Melalui Titik H, K, dan L dengan ABCD.EFGH Menggunakan Sumbu Affinitas	Kubus 46
2.7 Gambar Irisan antara Bidang yang Melalui Titik H, K, dan L dengan ABCD.EFGH Menggunakan Garis Perpotongan Diagonal Sisi	Kubus 47
4.1 Skema Urutan Materi	66
4.2 <i>Pseudo-Flowchart</i> Program	67
4.3 Contoh <i>Storyboard</i> (Adaptasi dari Alessi dan Trollip, 1991:332)	69
4.4 Contoh Hasil Tampilan <i>Storyboard</i> di Layara Monitor	70
4.5 Menu Utama	73
4.6 Menu Materi Pengantar	73
4.7 Menu Interupsi Keluar	74
4.8 Menu Utama Baca Aku	128
4.9 Menu Petunjuk untuk Guru	128
4.10 Petunjuk Menjalankan Paket dari Disket	129
4.11 Petunjuk Menjalankan Paket dari Hard Disk	129
4.12 Petunjuk Mengkopi dari Disket ke Hard Disk	130
4.13 Menu Petunjuk untuk Siswa	131
4.14 Petunjuk Menjalankan Paket dari Disket	131
4.15 Petunjuk Menjalankan Paket dari Hard Disk	132

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Keterangan Pertanggungjawaban Penulisan Tesis/Disertasi	127
2 Petunjuk untuk Guru	128
3 Petunjuk untuk Siswa	131
4 Petunjuk Manual	133
5 Data Hasil Tanggapan dan Penilaian Ahli Evaluasi PBK	158
6 Data Hasil Tanggapan dan Penilaian Guru Bidang Studi Matematika ...	184
7 Surat Izin Penelitian	187
8 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	188
9 Pedoman Observasi dan Wawancara Uji Coba Perorangan Tahap I	189
10 Pedoman Observasi dan Wawancara Uji Coba Perorangan Tahap II	190
11 Foto Kegiatan Penelitian	191

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas (1) latar belakang, (2) rumusan masalah, (3) batasan masalah, (4) tujuan pengembangan, (5) pentingnya pengembangan, (6) spesifikasi program yang diharapkan, (7) definisi istilah, dan (8) sistematika penulisan.

A. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari masa kini, terdapat banyak tugas-tugas manusia yang dapat dilakukan oleh komputer. Komputer digunakan dalam berbagai bidang, antara lain bidang komunikasi, transportasi, industri, kesehatan, kesenian, pertanian bahkan dalam bidang pendidikan.

Suatu kecenderungan yang dapat diamati adalah bahwa komputer merupakan media yang efektif dan efisien dalam menyampaikan pesan-pesan instruksional. Kemampuan komputer untuk berinteraksi secara cepat dan akurat, bekerja dengan cepat dan tepat, serta menyimpan data dalam jumlah besar dan aman, telah menjadikan komputer sebagai media yang cocok dan dominan di bidang pendidikan di samping media yang lain (Anderson, 1987:195).

Fungsi komputer dalam pembelajaran dapat dibedakan menjadi Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) dan Pembelajaran Dikelola Komputer (PDK) (Latuheru, 1988:119 dan Suharjo, 1994:46). PBK berkaitan langsung dengan pemanfaatan komputer dalam proses belajar mengajar di dalam dan di luar kelas,

secara individu dan secara kelompok. PDK berkaitan dengan teknik operasional dalam pemberian tes atau evaluasi belajar, pengadministrasian nilai, presensi dan biodata serta perekaman perkembangan dan hasil belajar siswa (Abdussakir, 2000:2 dan Abdussakir & Sudarman, 2000:3).

Berbagai penelitian pendidikan menyebutkan bahwa komputer adalah media yang dapat digunakan untuk (1) meningkatkan perhatian dan konsentrasi siswa pada materi pembelajaran, (2) meningkatkan motivasi siswa untuk belajar, (3) menyesuaikan materi dengan kemampuan belajar siswa, (4) mereduksi penggunaan waktu penyampaian materi (Cole dan Chan, 1990:356-357), dan (5) membuat pengalaman belajar lebih menyenangkan siswa (Clements, 1989:25).

Penggunaan komputer juga cocok untuk pembelajaran matematika terutama pada materi yang memerlukan gambar-gambar, animasi, visualisasi, dan warna. Pembelajaran matematika yang dilengkapi dengan PBK ternyata lebih efektif dalam peningkatan hasil belajar. McConnell (dalam Clements, 1989:25) menemukan bahwa PBK dapat berpengaruh positif terhadap kemampuan matematika melebihi tindakan yang lain. Bahkan, berbagai studi tentang penggunaan PBK dalam pembelajaran matematika menyatakan bahwa siswa yang belajar matematika dengan PBK nilainya lebih tinggi secara signifikan dibanding siswa yang tidak menggunakan PBK (Judd & Judd, 1984:94-96 dan Lockard dkk., 1990:190-192).

Meskipun penggunaan komputer dapat meningkatkan prestasi siswa, komputer tidak dapat mengganti peran guru secara keseluruhan (NCTM, 2000:26). Kahfi (2002:4) menyatakan bahwa peran guru dalam pembelajaran adalah sentral dan tidak dapat diganti oleh media apapun termasuk komputer. Komputer dan guru adalah

untuk saling melengkapi, bukan untuk saling bersaing dan saling mengganti.

Komputer tidak lain hanyalah alat bantu pembelajaran. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa pembelajaran dengan komputer dan guru lebih efektif daripada dengan guru saja atau komputer saja (Santosa, 1994:71 dan Yohannes, 1994:118).

Pembelajaran dengan komputer dikembangkan dalam dialog yang terbatas sehingga tidak dapat menjawab semua permasalahan yang dihadapi siswa (Info Komputer, 1989:23 dan Abdussakir, 2000:47). Selain itu komputer tidak dapat meniru semua tingkah laku guru, misalnya gerak badan, gerak tangan, senyuman, penampakan raut muka dan terlebih lagi ikatan batin antara guru dan siswa (Abdussakir & Sudarman, 2000:15).

Saat ini, sudah ada beberapa SMU yang memiliki komputer. Meskipun demikian, penggunaan komputer lebih banyak untuk kegiatan ekstrakurikuler meliputi pengenalan cara pengoperasian komputer dan berbagai program pengolahan kata, pengolahan data dan bahasa pemrograman (Min, 1998:10-11). Sejauh ini komputer belum dimanfaatkan secara langsung dalam pembelajaran matematika (Madja, 1992:2). Beberapa faktor penyebabnya adalah terbatasnya jumlah komputer yang tersedia, kemampuan guru untuk menggunakan komputer dalam pembelajaran, dan kurangnya perangkat lunak atau program pembelajaran yang berhubungan dengan matematika.

Pokok bahasan dimensi tiga adalah materi geometri yang diajarkan pada kelas 1 dan kelas 3 SMU. Penekanan pada pembelajaran dimensi tiga diarahkan untuk mengembangkan kemampuan spasial siswa (Budiarto, 2000:439 dan Soedjadi, 2000:50), yang sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam

profesionalisme seseorang (Budiarto, 2000:439). Menurut Krutetskii (dalam Orton, 1992:114), kemampuan spasial adalah komponen kemampuan matematika yang dibutuhkan dalam berbagai cabang matematika. Gardner (dalam Budiarto, 2000:439) mengemukakan bahwa kemampuan spasial sangat penting untuk pemikiran ilmiah, yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah. Smith (dalam Orton, 1992:120) menyatakan bahwa kemampuan spasial adalah komponen penting dari kemampuan matematika. Meskipun demikian kemampuan spasial bukanlah komponen yang utama dalam kemampuan matematika (Orton, 1992:121).

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa prestasi siswa dalam geometri termasuk materi dimensi tiga masih rendah (Purnomo, 1999:6) dan perlu ditingkatkan (Bobango, 1993:11). Hasil tes geometri siswa masih kurang memuaskan jika dibandingkan dengan hasil tes materi matematika yang lain (Madja, 1992:3). Kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep geometri terutama pada konsep bangun ruang (Purnomo, 1999:5). Madja (1992:3) menunjukkan bahwa siswa SMU masih mengalami kesulitan dalam melihat gambar bangun ruang. Lebih lanjut, berdasarkan pengalaman, pengamatan dan penelitian ditemukan bahwa kemampuan mahasiswa dalam melihat ruang dimensi tiga masih rendah (Madja, 1992:6). Bahkan dari berbagai penelitian, masih ditemukan mahasiswa yang menganggap gambar bangun ruang sebagai bangun datar (Budiarto, 2000:440).

Penerapan teori van Hiele dipercaya dapat mengatasi kesulitan siswa dalam belajar geometri. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa penerapan teori van Hiele memberikan dampak yang positif dalam pembelajaran geometri. Susiswo (1989:77) menyatakan bahwa pembelajaran geometri berdasar pada teori van Hiele

lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Selanjutnya Husnaeni (2000:165) mengemukakan bahwa penerapan teori van Hiele sangat efektif untuk peningkatan berpikir geometri siswa.

Menurut teori van Hiele, seseorang akan melalui lima tahap berpikir dalam belajar geometri (Crowley, 1987:1; Clements & Battista, 1990:356-357; Orton, 1992:72; Burger & Culpepper, 1993:141-142; Muser & Burger, 1994:529-531;). Kelima tahap berpikir van Hiele adalah tahap 0 (visualisasi), tahap 1 (analisis), tahap 2 (deduksi informal), tahap 3 (deduksi), dan tahap 4 (rigor). Kelima tahap berpikir van Hiele tidak bergantung pada umur dan kematangan, tetapi lebih banyak bergantung pada isi dan metode pembelajaran. Satu hal yang perlu disadari bahwa tahap berpikir siswa dalam materi yang berbeda adalah berbeda (Abdussakir, 2002:346). Ketika menghadapi suatu materi baru dimungkinkan siswa berada pada tahap 0 (visualisasi). Dengan demikian, maka tahap berpikir van Hiele berlaku dalam setiap level persekolahan.

Tahap-tahap tersebut akan dilalui siswa secara berurutan (Keyes, 1997 dan Anne, 1999). Kecepatan berpindah dari suatu tahap ke tahap berikutnya lebih banyak bergantung pada isi dan metode pembelajaran daripada umur dan kematangan (Schoen & Hallas, 1993:108; Keyes, 1997 dan Anne, 1999). Hal ini berarti bahwa guru perlu menyediakan pengalaman belajar yang cocok dengan tahap berpikir siswa. Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa siswa yang berada pada tahap visualisasi lebih memerlukan pengalaman konkret daripada siswa yang sudah berada pada tahap analisis dan deduksi informal (Schoen & Hallas, 1993:108).

Materi irisan merupakan materi geometri yang diajarkan di kelas 3 SMU. Materi irisan termasuk salah satu materi yang terdapat dalam pokok bahasan materi dimensi tiga. Tujuan utama pembelajaran materi irisan adalah untuk menanamkan pemahaman terhadap konsep, prinsip dan prosedur. Pemahaman konsep meliputi pemahaman terhadap konsep irisan dan konsep sumbu afinitas. Pemahaman prinsip meliputi pemahaman terhadap saling keterkaitan antara konsep irisan, konsep sumbu afinitas serta konsep-konsep lain misalnya konsep garis berpotongan, garis sejajar, bidang dan bidang berpotongan. Sedangkan pemahaman prosedur meliputi pemahaman terhadap cara menggambar irisan antara bidang dan ruang baik dengan cara menggunakan sumbu afinitas maupun dengan cara menggunakan perpotongan diagonal sisi.

Untuk mencapai tujuan pembelajaran materi irisan maka perlu dipilih suatu media yang cocok dengan tujuan tersebut. Menurut Madja (1992:5), media yang paling praktis dan efisien dalam pembelajaran materi dimensi tiga termasuk materi irisan adalah PBK. Bell (1981:365-366) menyatakan bahwa PBK dapat digunakan untuk menanamkan pemahaman terhadap fakta, konsep, prinsip dan prosedur di dalam pembelajaran matematika (Bell, 1981:365-366). Dengan demikian, PBK dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran materi irisan yang meliputi pemahaman konsep, prinsip, dan prosedur.

Sesuai pengalaman pengembang, ternyata masih banyak mahasiswa jurusan pendidikan matematika yang kesulitan memahami konsep irisan. Kenyataan ini bukan hal yang tidak mungkin terjadi saat ini. Karena matematika bersifat hirarki, maka kesulitan mahasiswa ini dapat disebabkan oleh kesulitan mereka dalam memahami

konsep irisan ketika mereka di SMU. Kesulitan ini menyebabkan pemahaman yang kurang sempurna terhadap konsep irisan. Skemp (1987:20) menyatakan bahwa jika suatu konsep tidak dipahami secara sempurna, maka segala sesuatu yang berkaitan dengan konsep tersebut berada dalam keadaan bahaya. Permasalahan dengan konsep irisan juga dialami oleh guru (Budiarto, 2000:440). Guru mengalami kesulitan untuk menguasai dan menyampaikan materi irisan. Dengan demikian, penanaman konsep irisan perlu disempurnakan atau ditekankan mulai dari awal.

Jean Piaget (dalam Hudojo, 1979:85-90; Hudojo, 1988:45-47; Orton, 1992:63 dan Suparno, 2001:24;) mengelompokkan tahap-tahap perkembangan kognitif anak menjadi empat tahap, yaitu sensori motor (umur 0-2 tahun), praoperasional (umur 2-7 tahun), operasi konkret (umur 7-11 tahun), dan operasi formal (umur 11 tahun ke atas). Sesuai tahap tersebut, maka siswa SMU sudah berada pada tahap operasi formal. Meskipun demikian, karena matematika berkaitan dengan konsep-konsep abstrak (Hudojo, 1979:96 dan Soedjadi, 2000:13) tidak sedikit siswa SMU yang mengalami kesulitan memahami konsep abstrak matematika (Widayati, 1997:11). Untuk mengatasi kesulitan tersebut, keabstrakan konsep matematika perlu diupayakan agar dapat diwujudkan secara lebih konkret (Soedjadi, 2000:7).

Komputer dapat digunakan untuk upaya tersebut karena komputer dapat membuat konsep matematika yang abstrak dan sulit menjadi lebih konkret dan mudah (Clements, 1989:12).

Kemampuan siswa SMU adalah heterogen (Ruseffendi, 1988a:83). Kemampuan yang heterogen ini disebabkan oleh adanya perbedaan individu yang merupakan gejala alami (Sudarman, 2001:4). Menurut Hudojo (1988:100) dan

Mahmud (1989:97) memang tidak ada dua individu yang persis sama, setiap individu adalah unik. Suharyanto (1996:96) menyatakan bahwa jika perbedaan individu kurang diperhatikan, maka banyak siswa akan mengalami kesulitan belajar dan kegagalan belajar. Kenyataan ini menuntut agar siswa dapat dilayani sesuai perkembangan individual masing-masing. Konsekuensinya adalah pembelajaran perlu melayani siswa secara individual untuk menghasilkan perkembangan yang sempurna pada setiap siswa (Hudojo, 1988:100-101).

Untuk melayani siswa secara individual dengan baik, diperlukan adanya pembelajaran yang memperhatikan perbedaan individu dalam hal kemampuan berpikir. Pembelajaran yang lebih efektif untuk mengatasi perbedaan individu adalah pembelajaran individual (Nasution, 1988:38 dan Suharyanto, 1996:96). Menurut Tsai dan Pohl (dalam Hamda, 1998:4), Sujono (1988:258) dan Mahmud (1989:195) PBK dapat digunakan untuk pembelajaran secara individual. Menurut Abdussakir dan Sudarman (2000), PBK yang didesain dengan baik dapat digunakan untuk pembelajaran secara klasikal dan individual. Dalam pembelajaran individual dengan PBK, siswa dapat belajar sesuai dengan kemampuan berpikirnya dan guru akan mempunyai lebih banyak kesempatan untuk memperhatikan kemajuan belajar siswanya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi kondisi ideal dan kondisi real pembelajaran geometri termasuk materi irisan di SMU. Kondisi ideal yang diharapkan adalah (1) komputer dimanfaatkan untuk pembelajaran, (2)

tersedianya paket PBK untuk materi irisan, (3) siswa tidak mengalami kesulitan untuk memahami konsep irisan, dan (4) siswa dapat dilayani secara individual. Sedangkan kondisi real yang ditemukan adalah (1) komputer belum dimanfaatkan secara langsung dalam pembelajaran, (2) belum tersedianya paket PBK untuk materi irisan, (3) siswa mengalami kesulitan memahami konsep irisan, dan (4) kemampuan siswa sangat beragam.

Kesenjangan antara kondisi ideal dan kondisi real tersebut perlu untuk diatasi. Cara yang dapat ditempuh adalah pengembangan paket PBK untuk materi irisan. Dengan demikian, rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah “perlu dikembangkan paket PBK untuk materi irisan pada kelas 3 Sekolah Menengah Umum”.

C. Batasan Masalah

Sesuai GBPP kurikulum tahun 1994 suplemen tahun 1999 untuk SMU kelas 3 cawu 2, materi dimensi tiga memuat lima subpokok bahasan, yaitu (1) irisan, (2) garis tegak lurus bidang, (3) proyeksi titik dan garis pada bidang, (4) jarak dalam ruang, dan (5) sudut dalam ruang. Irisan yang dimaksudkan dalam kurikulum adalah irisan antara bidang dan bangun ruang. Bangun ruang dalam pengembangan ini hanya dibatasi pada bangun ruang yang meliputi kubus, balok, dan limas.

Banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk mengembangkan paket PBK, misalnya Basic, Turbo C, Pascal, Visual Basic, dan Delphi. Sesuai penguasaan mengenai bahasa Pascal, maka bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan paket PBK adalah Turbo Pascal versi 7.0.

D. Tujuan Pengembangan

Tujuan pengembangan PBK ini adalah untuk menghasilkan produk berupa paket PBK yang dapat digunakan siswa untuk belajar materi irisan.

E. Pentingnya Pengembangan

Masalah yang telah dirumuskan di atas penting untuk dilaksanakan. Usaha yang dapat dilakukan adalah mengembangkan paket PBK. Paket tersebut diharapkan dapat memberikan manfaat untuk pihak-pihak berikut.

1. Siswa, sebagai sumber belajar selain buku teks yang dapat digunakan secara mandiri untuk belajar materi irisan.
2. Guru, sebagai alat bantu untuk meringankan beban guru dan merupakan variasi pembelajaran dengan pemanfaatan teknologi serta setidaknya menuntut guru untuk “melek” komputer.
3. Sekolah, sebagai pemanfaatan komputer secara langsung dalam pembelajaran sehingga komputer yang telah tersedia tidak hanya digunakan untuk keperluan administrasi sekolah dan pengganti mesin ketik.
4. Masyarakat, agar komputer yang telah tersedia dapat dimanfaatkan untuk belajar secara mandiri oleh putra putrinya di rumah.

F. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Produk yang dihasilkan dalam pengembangan ini adalah paket PBK yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi irisan untuk kelas 3 SMU. Produk ini diharapkan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Tipe paket PBK adalah tutorial bercabang (*branching tutorial*).

2. Paket dapat dijalankan pada sistem operasi MS DOS versi 6 atau lebih.
3. Sistem menu yang digunakan adalah kombinasi menu datar tanda terang dengan menu datar selektor.
4. Menu dapat dipilih dengan menggunakan *keyboard*.
5. Pembelajaran dalam paket ini disesuaikan dengan tahap-tahap berpikir van Hiele yang meliputi tahap 0 (visualisasi), tahap 1 (analisis), tahap 2 (deduksi informal), tahap 3 (deduksi), dan tahap 4 (rigor).
6. Paket PBK memiliki 12 komponen, yaitu (1) penampilan logo, (2) pemberian ilustrasi, (3) perumusan tujuan pembelajaran, (4) pemberian tes awal, (5) uraian materi pengantar, (6) uraian materi utama, (7) pemberian contoh-contoh, (8) pemberian latihan soal, (9) pemberian rangkuman, (10) pemberian tes akhir, (11) pemberian penghargaan dan (12) pemberian petunjuk. Komponen-komponen tersebut akan diatur dalam sistem menu.

G. Definisi Istilah

Untuk menghindari kesalahan pengertian, maka perlu diberikan definisi beberapa istilah dalam pengembangan ini. Istilah-istilah tersebut sebagai berikut.

1. *Program* adalah serangkaian susunan atau kumpulan instruksi yang logis dan sistematis dalam bahasa komputer untuk dijalankan, diolah atau diproses oleh komputer dalam rangka menjawab permasalahan tertentu.
2. *Pengembangan* adalah rangkaian kegiatan merencanakan, menyusun, mengevaluasi dan merevisi program untuk menghasilkan paket PBK yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

3. *Paket* adalah kesatuan program komputer yang dibuat dalam pengembangan ini dan memuat 12 komponen, yaitu (1) logo, (2) ilustrasi, (3) tujuan pembelajaran, (4) tes awal, (5) materi pengantar, (6) materi utama, (7) contoh-contoh, (8) latihan soal, (9) rangkuman, (10) tes akhir, (11) penghargaan dan (12) petunjuk.

H. Sistematika Penulisan

Hasil kerja pengembangan yang berupa tesis ini terdiri atas dua bagian. Bagian pertama memuat kajian analitis pengembangan dan bagian kedua berupa laporan teknis yang disertai disket yang berisi program paket PBK.

Kajian analitis pengembangan ini terdiri atas lima bab berikut.

BAB I Pendahuluan, memuat (a) latar belakang, (b) rumusan masalah, (c) batasan masalah, (d) tujuan pengembangan, (e) pentingnya pengembangan, (f) spesifikasi program yang diharapkan, (g) definisi istilah, dan (h) sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka, berisi (a) pengertian komputer, (b) pembelajaran dengan komputer, yang meliputi (1) pembelajaran berbantuan komputer (PBK) dan (2) pembelajaran dikelola komputer (PDK), (c) teori belajar yang melandasi PBK, (d) syarat-syarat PBK yang baik, (e) kelebihan dan kelemahan PBK, (f) pembelajaran matematika berbantuan komputer, (g) pembelajaran geometri, (h) teori van Hiele dan penelitian yang relevan, (i) tingkat berpikir van Hiele, (j) pembelajaran materi irisan, dan (k) pembelajaran materi irisan berdasarkan teori van Hiele dengan komputer.

BAB III Metode Pengembangan, berisi (a) model pengembangan, (b) prosedur pengembangan, dan (c) uji coba produk.

BAB IV Hasil Pengembangan, berisi (a) pelaksanaan pengembangan dan (b) hasil pengembangan mulai tahap I sampai tahap V. Masing-masing tahap memuat data, analisis data, dan revisi produk.

BAB V Kajian dan Saran, berisi (a) kajian produk yang telah direvisi dan (b) saran-saran untuk pemanfaatan, disseminasi, dan pengembangan produk lebih lanjut.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas (a) pengertian komputer, (b) pembelajaran dengan komputer, yang meliputi (1) pembelajaran berbantuan komputer (PBK) dan (2) pembelajaran dikelola komputer (PDK), (c) teori belajar yang melandasi PBK, (d) syarat-syarat PBK yang baik, (e) kelebihan dan kelemahan PBK, (f) pembelajaran matematika berbantuan komputer, (g) pembelajaran geometri, (h) teori van Hiele dan penelitian yang relevan, (i) tingkat berpikir van Hiele, (j) pembelajaran materi irisan, dan (k) pembelajaran materi irisan berdasarkan teori van Hiele dengan komputer.

A. Pengertian Komputer

Kata *Komputer* diambil dari bahasa Latin *Computare* yang berarti *menghitung* atau dalam bahasa Inggris *to compute*. Dengan demikian sesuai ejaan aslinya, komputer dapat diartikan sebagai alat hitung (Davis, 1981:4).

Davis (1991:3) memberikan definisi komputer sebagai berikut.

A computer can be defined as a machine that processes data into information under the control of stored program.

Gerlach dan Ely (1980:393) menyatakan:

A computer is a machine especially designed for the manipulation of coded information....

Gustafson (1985:192) memberikan definisi sebagai berikut.

Computer is a machine wich uses electronic circuit to store and manipulate data in symbolic methode using a binary code.

Clements (1985:57) memberikan definisi sebagai berikut.

A computer is a device that takes in information, stores it, changes (or process) it according to specific instructions and then shows the result of this processing.

Sanders (1985:8) memberikan definisi sebagai berikut.

A computer is a fast and accurate electronic symbol (or data) manipulating system that's designed and organized to automatically accept and store input data, process them, and produce output results under the direction of a step-by-step stored program of instruction.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud dengan komputer adalah alat hitung elektronik yang dapat menerima, menyimpan, mengolah, menampilkan proses secara visual, dan menyajikan data serta bekerja di bawah kendali program yang tersimpan di dalamnya (*stored program*).

Secara umum, komputer terdiri dari tiga bagian, yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan *brainware* (Tutang, 2001:5). Perangkat keras adalah peralatan yang dapat dilihat dan disentuh misalnya *Central Processing Unit* (CPU), *monitor*, *keyboard*, *mouse*, *printer*, dan disket. Sedangkan perangkat lunak merupakan program-program yang dapat digunakan untuk mengoperasikan komputer misalnya program pengolah kata, yaitu Word Star (WS), Chi Writer (CW), MS Word, dan Write. *Brainware* adalah manusia yang mempunyai keahlian khusus mengenai pengolahan data dengan komputer, misalnya sistem analis, *programmer*, dan operator (Tutang, 2001:5-15).

Komputer pertama dengan peralatan elektromekanik adalah MARK I yang dikembangkan oleh IBM pada tahun 1937. MARK I mempunyai tinggi 8 kaki, panjang 55 kaki dan suara yang sangat gaduh serta dapat mengalikan bilangan

sepuluh digit dalam waktu kurang dari 10 detik (Stair, 1986:42). Selain itu, MARK I memuat lebih dari 750.000 rangkaian, 500 mil kabel dan menempati beberapa ruang terpisah (Stair, 1986:43 dan Fuori & Gioia, 1991:11).

Sekitar tahun 1946 dikembangkan komputer elektronik digital pertama yang disebut ENIAC (*Electronic Numerator, Integrator, Analyzer, and Calculator*).

ENIAC mempunyai ukuran lebih dari 1.500 kaki persegi, memuat 18.000 tabung hampa, dan beratnya lebih dari 30 ton. Sedangkan kecepatan ENIAC adalah dapat melakukan 300 perhitungan tiap detik (Stair, 1986:46). Sekarang, ukuran komputer sudah jauh lebih kecil, lebih cepat, dan sangat banyak manfaatnya.

B. Pembelajaran dengan Komputer

Di negara maju, komputer pertama kali digunakan dalam pembelajaran sekitar tahun 1950-an. Pada waktu itu komputer digunakan sebagai alat simulasi penerbangan untuk melatih pilot tempur (Lockrad dkk, 1990:165). Pada tahun 1960-an, pembuatan PLATO (*Programmed Logic for Automatic Teaching Operation*) telah dimulai di Universitas Illinois dan sekitar tahun 1972-an, Mitre Corporation mengembangkan TICCIT (*Timeshared Interactive Computer Controlled Information Television*). PLATO dan TICCIT adalah program komputer yang dapat digunakan untuk pembelajaran (Alessi & Trollip, 1991:1).

Meskipun demikian, karena mahalnnya harga komputer, pembelajaran dengan komputer hanya berlangsung di perguruan tinggi dan lebih banyak untuk pembelajaran membaca dan mengetik (Alessi & Trollip, 1991:1). Ketika harga komputer mulai murah, yaitu sekitar tahun 1975, penggunaan komputer di dalam

kelas menjadi kenyataan (Gustafson, 1985:10). Pembelajaran dengan komputer di sekolah dasar sampai perguruan tinggi mulai dikembangkan.

Penggunaan komputer untuk pembelajaran dari tahun ke tahun semakin meningkat. Sebelum tahun 1980, di Amerika Serikat peningkatan penggunaan komputer untuk pembelajaran mencapai 20% (Davis, 1981:438). Ketika penggunaan komputer untuk pendidikan di Amerika Serikat meningkat dengan pesat sekitar tahun 1982-1983, di Indonesia komputer mulai digunakan dalam bidang pendidikan meskipun belum begitu luas (Bagio, 1991:61).

Taylor (dalam Ross, 1986:42; Clements, 1989:16; Alessi & Trollip, 1991:3 dan Hastuti, 1997:7) adalah orang yang pertama kali membuat klasifikasi komputer untuk pembelajaran. Ia membagi pemanfaatan komputer sebagai: *tool*, *tutor* dan *tutee*. Sebagai *tool*, komputer digunakan oleh guru dan murid untuk mempermudah melaksanakan tugas-tugasnya, misalnya program pengolah kata. Sebagai *tutor*, komputer digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran, sedangkan sebagai *tutee*, komputer digunakan untuk melakukan perintah yang diberikan oleh siswa, misalnya bahasa pemrograman (Ross, 1986:42 dan Santanapurba, 2000:1-2). Selain sebagai *tool*, *tutor* dan *tutee*, Heid & Boyler (1993:203) menambahkan bahwa komputer dapat dimanfaatkan sebagai katalis, yaitu pemberi motivasi untuk siswa.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk membuktikan bahwa penggunaan komputer untuk pembelajaran lebih baik daripada penggunaan media atau metode konvensional lainnya. Dari berbagai penelitian, didapatkan bahwa dengan komputer hasil belajar lebih baik, pembelajaran lebih efektif, lebih menghemat waktu, daya ingat siswa lebih lama dan dapat membentuk perilaku yang positif (Lockard dkk,

1990:194). Meskipun ada hasil penelitian yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan antara pembelajaran dengan komputer dan tanpa komputer, hal ini mungkin disebabkan karena program komputer yang digunakan didesain kurang sempurna (Alessi & Trollip, 1991:5).

Berdasarkan hasil berbagai penelitian, Judd dan Judd (1984:96) menyimpulkan bahwa komputer dapat digunakan secara efektif dan efisien pada setiap jenjang pendidikan, oleh semua siswa dan hampir dalam semua disiplin ilmu. Dengan demikian, komputer dapat digunakan mulai tingkat SD sampai perguruan tinggi termasuk dalam pembelajaran matematika.

Untuk memanfaatkan kelebihan komputer, penggunaan komputer untuk pembelajaran perlu dilakukan dalam situasi yang lebih menguntungkan. Situasi ini antara lain (1) biaya dengan metode lain sangat mahal, (2) keamanan kurang terjamin, (3) materi sangat sulit diajarkan dengan metode yang lain, (4) praktik siswa secara individual sangat diperlukan, (5) motivasi siswa kurang, dan (6) terdapat kesulitan yang logis dalam pembelajaran konvensional (Alessi & Trollip, 1991,5-6).

Dilihat dari fungsinya, penggunaan komputer dalam pembelajaran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu **Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK)** dan **Pembelajaran Dikelola Komputer (PDK)** (Latuheru, 1988:119 dan Suharjo, 1994:46).

1. Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK)

Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) diadopsi dari istilah *Computer Assisted Instruction (CAI)*. CAI adalah istilah yang paling banyak digunakan di

samping istilah *Computer Based Instruction (CBI)*, *Computer Assisted Learning (CAL)*, *Computer Based Education (CBE)* dan lainnya (Hope dkk., 1984:128; Lockard dkk, 1990:164; Alessi & Trollip, 1991:6; Cotton, 1997, dan Brannigan & Lee, 2001).

PBK berkaitan langsung dengan pemanfaatan komputer dalam proses belajar mengajar di dalam maupun di luar kelas, secara individu maupun secara kelompok (Suharjo, 1994:46-47). PBK dapat diartikan sebagai bentuk pembelajaran yang menempatkan komputer dalam peran guru (Kaput & Thompson, 1994:678). Dalam proses PBK, siswa berinteraksi secara langsung dengan komputer dan kontrol sepenuhnya berada di tangan siswa (Latuheru, 1988:119). Hal ini memungkinkan siswa untuk belajar sesuai kemampuannya dan memilih materi sesuai kebutuhannya (Lockard dkk, 1990:165 dan Smith, tanpa tahun).

Secara umum PBK berlangsung dengan cara (1) komputer menyampaikan materi, (2) komputer memberikan pertanyaan berkaitan dengan materi dan (3) sesuai dengan jawaban siswa, komputer membuat keputusan apakah siswa harus mengikuti remedi atau melanjutkan ke materi lainnya (Sanders, 1985:444).

PBK dibagi menjadi 5 kelompok, yaitu (1) tutorial, (2) latihan dan praktik, (3) simulasi, (4) permainan dan (5) pemecahan masalah (Bitter & Camuse, 1984:68; Hope dkk, 1984:17; Lockard dkk., 1990:191, dan Alessi & Trollip, 1991:10). Selain lima tipe tersebut, Madja (1992:21) menambahkan satu tipe PBK yaitu inquiry. Sedangkan Schall dkk. (1986:196) menambahkan tipe PBK yang lain yaitu informasional.

Tutorial bertujuan untuk menyampaikan atau menjelaskan materi tertentu (Clements, 1889:22). Dalam tutorial, komputer menyampaikan materi, memberikan pertanyaan dan umpan balik sesuai dengan jawaban siswa. Interaksi antara siswa dan komputer berlangsung dalam dialog yang terbatas.

Tutorial terbagi dalam dua bentuk, yaitu tutorial linear dan tutorial bercabang (Bitter & Camuse, 1984:43-44; Lockard dkk., 1990:171; dan Bitter dalam Hastuti, 1997:11). Tutorial linear menyajikan satu topik ke topik selanjutnya dengan urutan yang ditetapkan oleh pemrogramnya (Alessi & Trollip, 1991:77). Dalam tutorial linear, siswa tidak dapat memilih materi sesuai keinginannya dan setiap siswa harus mengikuti atau mempelajari materi yang sama. Tutorial linear kurang memperhatikan perbedaan individu.

Penyajian materi dan topik dalam tutorial bercabang ditetapkan sesuai kemampuan dan pilihan siswa (Alessi & Trollip, 1991:78). Tutorial bercabang memberikan kebebasan kepada siswa untuk memilih atau mempelajari materi sesuai keinginannya, sehingga dimungkinkan antara siswa yang satu dengan yang lainnya mempelajari materi yang berbeda. Dengan demikian tutorial bercabang memperhatikan perbedaan individu.

Menurut Alessi dan Trollip (1997:77-78) tutorial bercabang memiliki kelebihan dibanding dengan tutorial linear yaitu (1) siswa dapat menentukan materi yang akan dipelajari, (2) pembelajaran lebih menarik, kreatif dan fleksibel, dan (3) pembelajaran lebih efektif. Paket yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah tutorial bercabang.

Latih dan praktek diterapkan pada siswa yang sudah mempelajari konsep dasar. Dalam pembelajaran ini, siswa sudah siap untuk mengingat kembali dan/atau mengaplikasikan pengetahuan yang telah dimiliki. Jenis PBK ini cocok untuk memantapkan konsep yang telah dipelajari sebelumnya.

Simulasi digunakan untuk memperagakan sesuatu sehingga siswa merasa seperti berada dalam keadaan yang sebenarnya. Simulasi banyak digunakan dalam materi yang memerlukan biaya yang sangat mahal dan berbahaya atau sulit dilakukan. Penggunaan simulasi misalnya untuk melatih pilot pesawat terbang atau pilot tempur.

Permainan merupakan sarana bermain dan belajar. Jika pembelajaran ini didesain dengan baik, maka akan menimbulkan motivasi belajar siswa. PBK jenis ini sangat cocok untuk siswa yang senang bermain.

Pemecahan masalah adalah bentuk pembelajaran yang mirip dengan latihan dan praktik, tetapi memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Siswa tidak sekedar mengingat konsep-konsep atau materi dasar, melainkan dituntut untuk mampu menganalisis dan sekaligus memecahkan masalah.

Inquiry adalah suatu sistem basis data yang dapat dikonsultasikan oleh siswa. Basis data tersebut berisi data yang dapat memperkaya pengetahuan siswa (Madja, 1992:21).

Informasional biasanya mengembangkan informasi dalam bentuk daftar-daftar atau tabel. Informasional menuntut interaksi yang sedikit dari pemakai (Schall dkk., 1986:196).

Lima kelompok PBK tersebut, yaitu tutorial, latihan dan praktik, simulasi, permainan dan pemecahan masalah dapat menjadi satu kesatuan dalam satu program pembelajaran (Lockard dkk, 1990). Program pembelajaran seringkali disebut *courseware* (Hope dkk., 1984:128 dan Alessi & Trollip, 1991:6).

Paket hasil pengembangan ini termasuk ke dalam kelompok tutorial karena paket yang dihasilkan bertujuan untuk menyampaikan atau menjelaskan materi baru, yaitu materi irisan. Bentuk tutorial yang dipilih adalah tutorial bercabang. Dengan demikian pemilihan materi dan urutan materi dalam paket ini lebih ditentukan oleh keinginan siswa. Pemilihan bentuk ini didasarkan pada alasan bahwa tutorial bercabang memperhatikan perbedaan individu. Selain itu, menurut Alessi dan Trollip (1997:77-78) tutorial bercabang memiliki kelebihan sebagai berikut (1) siswa dapat menentukan materi yang akan dipelajari, (2) pembelajaran lebih menarik, kreatif, dan fleksibel, dan (3) pembelajaran lebih efektif.

2. Pembelajaran Dikelola Komputer (PDK)

Pekerjaan yang “menjemukan” dalam bidang pendidikan dapat dengan mudah diselesaikan oleh komputer, misalnya pengelolaan tes, pengadministrasian nilai, presensi siswa, biodata siswa, perekaman perkembangan dan kemajuan belajar siswa serta pembuatan laporan tentang siswa. Penggunaan komputer untuk membantu mengelola tugas ini disebut dengan Pembelajaran Dikelola Komputer (PDK) (Lockard dkk, 1990:232). Jadi, PDK berfungsi untuk membantu guru tidak seperti PBK yang berfungsi untuk membantu siswa secara langsung (Clements, 1989:49).

PDK digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan tugas-tugas mengajar antara lain:

1. menyimpan data nilai, rata-rata nilai, kemajuan belajar siswa dan menganalisis hasilnya,
2. menyimpan catatan kekurangan dan kelebihan dalam mengajar,
3. mengumpulkan, mengadministrasikan dan menganalisis hasil ujian,
4. menyimpan jawaban siswa dalam PBK dan menyediakan materi remedial, dan
5. menyiapkan dan menyampaikan materi dalam PBK (Bell, 1978:364-365; Gustafson, 1985:20 dan Suharjo, 1994:51).

Baker mengelompokkan PDK ke dalam kriteria *kecil*, *sedang* dan *besar*.

PDK disebut *kecil* jika hanya mengelola satu tujuan dalam satu lembaga, *sedang* jika mengelola banyak tujuan dalam satu lembaga dan *besar* jika mengelola banyak tujuan dalam banyak lembaga (Alessi & Trollip, 1991:389).

C. Teori Belajar yang Melandasi PBK

PBK termasuk dalam bentuk pembelajaran terprogram (*programmed instruction*) yang berakar pada pandangan behavioris Skinner (Dalgarno, 1996). PBK dilandasi oleh hukum akibat (*law of effect*) yang mempunyai asumsi utama bahwa tingkah laku yang diikuti rasa senang lebih besar kemungkinannya untuk dilakukan atau diulangi lagi daripada tingkah laku yang tidak diikuti rasa senang.

Melalui adopsi secara bertahap terhadap pandangan konstruktivis, sekarang sudah banyak ditemui PBK yang konsisten dengan prinsip konstruktivis (Dalgarno, 1996). PBK yang sesuai dengan pandangan konstruktivis dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu konstruktivis endogen, konstruktivis eksogen, dan konstruktivis dialektik. PBK yang masuk ke dalam kelompok konstruktivis endogen

adalah PBK yang memuat lingkungan *hypertext* dan *hypermedia* yang memberikan kebebasan pada siswa untuk mencari informasi, memuat simulasi untuk melakukan eksplorasi, dan memuat *microworld* untuk melakukan eksplorasi dan konstruksi.

PBK yang masuk ke dalam kelompok konstruktivis eksogen adalah PBK yang memberikan kontrol sepenuhnya kepada siswa dalam memilih materi pelajaran, mengikuti kegiatan pembelajaran, mengatur kecepatan pembelajaran, dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan secara aktif. PBK yang masuk ke dalam kelompok konstruktivis dialektik adalah PBK yang menekankan pembelajaran pada peran interaksi sosial dalam proses pengkonstruksian pengetahuan siswa terutama pada strategi belajar kooperatif dan kolaboratif. PBK yang masuk ke dalam kelompok ini dikenal dengan istilah *Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*.

PBK yang dihasilkan dari pengembangan ini masuk ke dalam kelompok konstruktivis eksogen. Hal ini karena PBK yang dikembangkan memberikan kontrol sepenuhnya kepada siswa untuk memilih materi, mengatur kecepatan pembelajaran, dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan secara aktif melalui kegiatan penemuan konsep.

D. Syarat-syarat PBK yang Baik

Ketika membuat atau memilih program pembelajaran (*courseware*) untuk PBK, banyak faktor yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan *courseware* yang baik misalnya, keseimbangan desain program dari segi isi, organisasi, presentasi dan respon yang diharapkan. *Courseware* yang baik dari segi tersebut menurut Peter Cole

dan Chan Lorna (1990,373-374) adalah (1) isi pembelajaran harus tepat, sesuai dengan umur, kemampuan dan kebutuhan siswa, (2) organisasi pembelajaran harus didesain dengan baik, (3) presentasi materi pada layar harus jelas dan rapi, dan (4) respon yang diharapkan harus sesuai dengan kemampuan siswa.

Nortwest Regional Educational Laboratory di Portland dalam format penilaiannya yaitu *MicroSIFT*, menyatakan terdapat 21 syarat PBK yang baik. 21 syarat ini dapat dikelompokkan ke dalam tiga kriteria, yaitu isi, pembelajaran, dan desain program. Dari segi isi PBK perlu memenuhi syarat berikut (1) isi harus tepat, (2) memuat nilai pendidikan, (3) memuat nilai-nilai yang baik, bebas dari ras, etnis, seks dan stereotyp lainnya, (4) tujuan dinyatakan dengan baik, dan (5) isi sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Dari segi pembelajaran PBK perlu memenuhi syarat berikut (1) penyampaian materi harus jelas, (2) kesesuaian tingkat kesukaran, (3) kesesuaian penggunaan warna, suara dan grafik, (4) kesesuaian tingkat motivasi, (5) harus menantang kreativitas siswa, (6) umpan balik harus efektif, (7) kontrol harus ada di tangan siswa, (8) materi sesuai dengan pengalaman belajar siswa sebelumnya, dan (9) materi dapat digeneralisasikan. Sedangkan dari segi desain program PBK perlu memenuhi syarat berikut (1) program harus sempurna, (2) program ditata dengan baik, (3) pengaturan tampilan harus efektif, (4) pembelajarannya harus jelas, (5) membantu dan memudahkan guru, (6) sesuai dengan perkembangan teknologi komputer, dan (7) program sudah diujicoba (Judd & Judd, 1984: 47).

Kedua puluh satu syarat PBK yang baik dapat juga ditinjau dari segi siswa dan segi guru. Dari segi siswa, PBK yang baik perlu memenuhi syarat berikut (1) kesesuaian tingkat kesukaran, (2) kesesuaian tingkat motivasi, (3) harus menantang

keaktivitas siswa, (4) umpan balik harus efektif, (5) kontrol harus ada di tangan siswa, dan (6) materi sesuai dengan pengalaman belajar siswa sebelumnya. Sedangkan dari segi guru, PBK yang baik haruslah dapat memudahkan pekerjaan guru. Hal ini berarti bahwa dengan PBK tersebut beban guru dapat dikurangi. Peran guru dalam pembelajaran dapat digantikan oleh PBK semaksimal mungkin.

Paket PBK yang dikembangkan diupayakan memenuhi 21 syarat PBK yang baik yang terdapat dalam *MicroSIFT*. Paket yang dihasilkan diharapkan baik dari segi isi, pembelajaran, dan desain program. Selain itu, diharapkan paket PBK dapat membantu siswa secara maksimal dalam memahami materi dan membantu meringkankan beban guru.

E. Kelebihan dan Kelemahan PBK.

Sebagai suatu media pembelajaran, PBK mempunyai kelebihan dan kelemahan. Kelebihan PBK menurut Cole dan Lorna (1990:356-357) antara lain (1) dapat meningkatkan perhatian dan konsentrasi siswa, (2) dapat meningkatkan motivasi siswa, (3) pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa secara individu, dan (4) mereduksi waktu penyampaian materi. Gerlach dan Ely (1980:395-396) menyatakan bahwa kelebihan PBK antara lain (1) dapat mengakomodasikan banyak siswa dan menjalankan fungsinya dengan sedikit kesalahan, (2) karena PBK adalah sistem berdasar komputer, ia tidak pernah lelah, benci, marah, tidak sabar dan tidak pernah lupa, dan (3) dapat menggunakan fasilitas penyimpanan untuk mengetahui kemajuan belajar siswa.

Kelebihan lain dari PBK adalah bersifat tanggap dan bersahabat sehingga siswa belajar tanpa tekanan psikologis (Widyandono, 1995:85), materi dapat didesain lebih menarik (Madja, 1992:24), tingkat kemampuan dan kecepatan belajar dapat dikontrol oleh siswa sehingga siswa dapat belajar dan berprestasi sesuai dengan kemampuannya (Smith, tanpa tahun), siswa dapat belajar sesuai waktu yang mereka perlukan dan belajar kemampuan dasar komputer yang diperlukan di luar kelas (Brown, 1999:13) dan dapat mendorong guru untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan mengenai komputer (Ruseffendi, 1988b:89). Kelebihan yang dimiliki PBK ini sangat diperlukan dalam pembelajaran matematika dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran secara efektif.

Selain kelebihan, PBK juga memiliki kelemahan. Kelemahan PBK menurut Gerlach dan Ely (1980:396) adalah masih terlalu mahal. Abdussakir dan Sudarman (2000:19-20) menyatakan kelemahan PBK antara lain (1) pembuatan PBK memerlukan biaya, waktu dan tenaga yang tidak sedikit, (2) kadang-kadang PBK hanya dapat dijalankan pada komputer tertentu, (3) kecepatan perkembangan teknologi komputer memungkinkan peralatan yang dibeli hari ini sudah usang pada tahun berikutnya, (4) karena PBK dikembangkan dalam dialog yang terbatas, maka ia tidak dapat menjawab semua permasalahan yang dihadapi siswa, (5) PBK akan menilai kemajuan siswa sesuai hasil belajarnya, tanpa dapat memperhatikan apakah waktu itu siswa kelelahan, mengantuk atau sakit, (6) pada umumnya PBK tidak dapat menilai proses belajar, PBK hanya menilai hasil akhir, dan (7) PBK tidak bisa meniru semua tingkah laku guru, misalnya gerak badan, gerak tangan, senyuman, penampakan raut muka dan terlebih ikatan batin antara guru dan siswa. Sedangkan

Smith (tanpa tahun) menyatakan bahwa kelemahan PBK adalah tidak dapat melihat teknik siswa dalam menjawab soal dan penguatan yang diberikan sudah tertentu.

Kelemahan yang dimiliki PBK ini masih dapat diatasi. Faktor biaya, waktu dan tenaga yang diperlukan dalam pembuatan PBK pada akhirnya justru akan menghemat biaya, waktu, dan tenaga (Smith, tanpa tahun). PBK yang telah dihasilkan dapat digunakan secara terus menerus dan dapat disesuaikan dengan perkembangan teknologi komputer. Sedangkan kelemahan PBK yang tidak dapat menilai proses kerja siswa dapat diatasi dengan peran serta guru dalam pembelajaran yang menggunakan PBK. Hal ini menunjukkan bahwa kelebihan yang dimiliki PBK lebih banyak daripada kelemahan yang dimilikinya.

F. Pembelajaran Matematika Berbantuan Komputer

Banyak masalah dalam matematika yang sukar dan hampir tidak bisa dilakukan oleh manusia dapat dengan mudah dilakukan oleh komputer, misalnya untuk menggambar grafik fungsi dalam ruang dimensi tiga. Dalam hal menghitung, kecepatan dan ketepatan komputer sukar dicariandingannya. Selain itu, sesuai pernyataan Decker Walker (dalam Sewell, 1990:3), komputer dapat membuat suatu objek di layar tampak “hidup”. Hal ini karena kemampuan komputer untuk membuat animasi dan visualisasi dari suatu objek. Kelebihan yang dimiliki oleh komputer ini, sangat diperlukan dalam pembelajaran matematika.

Dalam pembelajaran matematika, komputer banyak digunakan untuk materi yang memerlukan gambar, animasi, visualisasi dan warna, misalnya geometri. Clements (1989:267-268) menyatakan bahwa pembelajaran geometri dengan

komputer perlu dilakukan. Dengan komputer, siswa dapat termotivasi untuk menyelesaikan masalah-masalah geometri. Satu hal yang paling penting adalah komputer dapat membuat konsep matematika (khususnya geometri) yang abstrak dan sulit menjadi lebih konkret dan jelas (Clements, 1989:12).

Selain untuk geometri, komputer juga dapat digunakan untuk materi matematika yang lain. Komputer dapat digunakan dalam aljabar, misalnya untuk menyelesaikan sistem persamaan linier; dalam kalkulus, misalnya untuk menggambar grafik; dan dalam aritmetika, misalnya untuk melatih kemampuan berhitung. Selain itu masih banyak lagi materi matematika yang dapat diajarkan dengan menggunakan komputer (Abdussakir & Sudarman, 2000:5).

National Council of Supervisor (dalam Clements, 1989:14-15) menyatakan bahwa komputer lebih baik digunakan untuk mengembangkan 10 kemampuan dasar dalam matematika, yaitu (1) problem solving, (2) aplikasi matematika dalam kehidupan sehari-hari, (3) peluang, (4) estimasi dan aproksimasi, (5) kemampuan berhitung, (6) geometri, (7) pengukuran, (8) membaca, menginterpretasi dan mengkonstruksi tabel, diagram dan grafik, (9) penggunaan matematika untuk prediksi, dan (10) “melek” komputer.

Komputer telah memainkan peranan penting dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan berbagai studi tentang penggunaan komputer dalam pembelajaran matematika ditemukan bahwa hasil belajar siswa yang belajar matematika dengan komputer lebih baik daripada yang tidak menggunakan komputer (Lockard dkk, 1990).

Di SD (*Elementary School*), Suppes dan Morningstar dalam penelitian di California dan Mississippi terhadap siswa kelas 1 sampai kelas 6, menemukan bahwa nilai matematika siswa yang menggunakan PBK lebih tinggi daripada yang tidak menggunakan PBK (Judd & Judd, 1984:94 dan Wilkinson, 1984:26). Harris dari penelitiannya terhadap siswa kelas 3 dan 5 SD menyatakan bahwa siswa yang menggunakan PBK dalam matematika nilainya lebih baik daripada yang tidak menggunakan PBK (Judd & Judd, 1984:94). Hawley dkk. (dalam Cotton, 1997) dalam penelitiannya terhadap siswa kelas 3 dan 5 SD di Kanada menemukan bahwa nilai tes akhir siswa yang belajar dengan PBK lebih tinggi secara signifikan daripada siswa yang belajar secara konvensional. Mevarech & Rich (dalam Cotton, 1997) dalam penelitian terhadap siswa kelas 3, 4, dan 5 SD di Israel menemukan bahwa prestasi matematika siswa dengan PBK lebih tinggi daripada dengan pembelajaran konvensional. Soebari (1998:79) menemukan bahwa siswa kelas 5 SD lebih mudah mengingat materi yang diajarkan dengan komputer. Ardana (1999:171) menemukan bahwa PBK dapat (1) meningkatkan konsep diri akademis matematika dan motivasi siswa SD dan (2) meningkatkan ketuntasan belajar, ketuntasan materi dan daya serap siswa SD.

Di SMP (*Junior High School*), penelitian yang dilakukan Wilkinson di New York menemukan bahwa nilai matematika siswa yang menggunakan PBK lebih tinggi daripada yang tidak menggunakan PBK (Judd & Judd, 1984:95). Yohannes (1994:118) menemukan bahwa siswa kelas 3 SMP yang diajar dengan guru dan komputer memiliki prestasi belajar matematika yang lebih tinggi dibanding dengan kelompok siswa yang diajar dengan guru saja atau komputer saja.

Di SMU (*Senior High School*), penelitian yang dilakukan Pachter terhadap siswa yang lemah dalam matematika menemukan bahwa siswa yang menggunakan PBK lebih sukses daripada yang tidak menggunakan PBK (Judd & Judd, 1984:96). Burns dan Bozeman (dalam Ross, 1986:58) menemukan bahwa siswa SMU yang belajar matematika dengan PBK memperoleh prestasi yang lebih tinggi daripada siswa yang belajar secara konvensional. Santosa (1994:71) dalam penelitiannya terhadap siswa kelas 1 SMA menemukan bahwa siswa yang belajar dengan guru dan komputer hasilnya lebih baik daripada siswa yang belajar dengan komputer saja atau pengajaran konvensional. Lebih lanjut Santosa (1994:77) menyatakan bahwa minat belajar siswa terhadap matematika cukup tinggi jika belajar dengan komputer.

Di perguruan tinggi, Sasser (1990:95) menemukan bahwa prestasi matematika mahasiswa yang menerima tutorial dengan komputer lebih tinggi daripada mahasiswa yang menerima tutorial dengan buku teks. Sedangkan Kulik, Kulik dan Cohen (Ross, 1986:57) dari berbagai penelitian di perguruan tinggi menyimpulkan bahwa PBK dapat (1) memberikan hasil belajar yang lebih tinggi secara signifikan, (2) meningkatkan daya tarik siswa terhadap pembelajaran dan materi, dan (3) mereduksi waktu penyampaian materi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Lockrad dkk (1990:191) menyatakan bahwa lima kelompok PBK, yaitu tutorial, latihan dan praktik, simulasi, permainan dan pemecahan masalah sangat efektif untuk pembelajaran matematika. Meskipun demikian, kombinasi dari lima kelompok PBK tersebut akan lebih menarik dan efektif untuk pembelajaran matematika (Clements, 1989:45) .

G. Pembelajaran Geometri

Geometri menempati posisi khusus dalam kurikulum matematika menengah, karena banyaknya konsep-konsep yang termuat di dalamnya. Dari sudut pandang psikologi, geometri merupakan penyajian abstraksi dari pengalaman visual dan spasial, misalnya bidang, pola, pengukuran dan pemetaan. Sedangkan dari sudut pandang matematik, geometri menyediakan pendekatan-pendekatan untuk pemecahan masalah, misalnya gambar-gambar, diagram, sistem koordinat, vektor, dan transformasi. Geometri juga merupakan lingkungan untuk mempelajari struktur matematika (Burger & Shaughnessy, 1993:140).

Usiskin (1987:26-27) mengemukakan bahwa

1. geometri adalah cabang matematika yang mempelajari pola-pola visual,
2. geometri adalah cabang matematika yang menghubungkan matematika dengan dunia fisik atau dunia nyata,
3. geometri adalah suatu cara penyajian fenomena yang tidak tampak atau tidak bersifat fisik, dan
4. geometri adalah suatu contoh sistem matematika.

Tujuan pembelajaran geometri adalah agar siswa memperoleh rasa percaya diri mengenai kemampuan matematikanya, menjadi pemecah masalah yang baik, dapat berkomunikasi secara matematik, dan dapat bernalar secara matematik (Bobango, 1992:148). Sedangkan Budiarto (2000:439) menyatakan bahwa tujuan pembelajaran geometri adalah untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, mengembangkan intuisi keruangan, menanamkan pengetahuan untuk menunjang

materi yang lain, dan dapat membaca serta menginterpretasikan argumen-argumen matematik.

Pada dasarnya geometri mempunyai peluang yang lebih besar untuk dipahami siswa dibandingkan dengan cabang matematika yang lain. Hal ini karena ide-ide geometri sudah dikenal oleh siswa sejak sebelum mereka masuk sekolah, misalnya garis, bidang dan ruang. Meskipun demikian, bukti-bukti di lapangan menunjukkan bahwa hasil belajar geometri masih rendah (Purnomo, 1999:6) dan perlu ditingkatkan (Bobango, 1993:147). Bahkan, di antara berbagai cabang matematika, geometri menempati posisi yang paling memprihatinkan (Sudarman, 2000:3).

Di Amerika Serikat, hanya separuh dari siswa yang ada yang mengambil pelajaran geometri formal (Bobango, 1993:147), dan hanya sekitar 34% siswa-siswa tersebut yang dapat membuktikan teori dan mengerjakan latihan secara deduktif (Senk, 1989:318). Selain itu, prestasi semua siswa dalam masalah yang berkaitan dengan geometri dan pengukuran masih rendah (Bobango, 1993:147). Selanjutnya, Hoffer menyatakan bahwa siswa-siswa di Amerika dan Uni Soviet sama-sama mengalami kesulitan dalam belajar geometri (Kho, 1996:4).

Rendahnya prestasi geometri siswa juga terjadi di Indonesia. Bukti-bukti empiris di lapangan menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam belajar geometri, mulai tingkat dasar sampai perguruan tinggi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa prestasi geometri siswa SD masih rendah (Sudarman, 2000:3). Sedangkan di SMP ditemukan bahwa masih banyak siswa yang belum memahami konsep-konsep geometri. Sesuai penelitian Sunardi (2001)

ditemukan bahwa banyak siswa salah dalam menyelesaikan soal-soal mengenai garis sejajar pada siswa SMP dan masih banyak siswa yang menyatakan bahwa belah ketupat bukan jajargenjang.

Di SMU, Madja (1992:3) mengemukakan bahwa hasil tes geometri siswa kurang memuaskan jika dibandingkan dengan materi matematika yang lain. Kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep geometri terutama pada konsep bangun ruang (Purnomo, 1999:5). Madja (1992:3) menyatakan bahwa siswa SMU masih mengalami kesulitan dalam melihat gambar bangun ruang. Sedangkan di perguruan tinggi, berdasarkan pengalaman, pengamatan dan penelitian ditemukan bahwa kemampuan mahasiswa dalam melihat ruang dimensi tiga masih rendah (Madja, 1992:6). Bahkan dari berbagai penelitian, masih ditemukan mahasiswa yang menganggap gambar bangun ruang sebagai bangun datar, mahasiswa masih sulit menentukan garis bersilangan dengan berpotongan, dan belum mampu menggunakan perolehan geometri SMU untuk menyelesaikan permasalahan geometri ruang (Budiarto, 2000:440). Untuk mengatasi kesulitan-kesulitan dalam belajar geometri tersebut, cara yang dapat ditempuh adalah penerapan teori van Hiele.

H. Teori van Hiele dan Penelitian yang Relevan

Teori van Hiele yang dikembangkan oleh Pierre Marie van Hiele dan Dina van Hiele-Geldof sekitar tahun 1950-an telah diakui secara internasional (Martin dkk., 1999) dan memberikan pengaruh yang kuat dalam pembelajaran geometri sekolah. Uni Soviet dan Amerika Serikat adalah contoh negara yang telah mengubah kurikulum geometri berdasar pada teori van Hiele (Anne, 1999). Pada tahun 1960-an,

Uni Soviet telah melakukan perubahan kurikulum karena pengaruh teori van Hiele (Crowley, 1987:1 dan Anne, 1999). Sedangkan di Amerika Serikat pengaruh teori van Hiele mulai terasa sekitar permulaan tahun 1970-an (Burger & Shaughnessy, 1986:31 dan Crowley, 1987:1). Sejak tahun 1980-an, penelitian yang memusatkan pada teori van Hiele terus meningkat (Gutierrez, 1991:237 dan Anne, 1999).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa penerapan teori van Hiele memberikan dampak yang positif dalam pembelajaran geometri. Bobango (1993:157) menyatakan bahwa pembelajaran yang menekankan pada tahap belajar van Hiele dapat membantu perencanaan pembelajaran dan memberikan hasil yang memuaskan. Senk (1989:318) menyatakan bahwa prestasi siswa SMU dalam menulis pembuktian geometri berkaitan secara positif dengan teori van Hiele. Mayberry (1983:67) berdasarkan hasil penelitiannya menyatakan bahwa konsekuensi teori van Hiele adalah konsisten. Burger dan Shaughnessy (1986:47) melaporkan bahwa siswa menunjukkan tingkah laku yang konsisten dalam tingkat berpikir geometri sesuai dengan tingkatan berpikir van Hiele. Susiswo (1989:77) menyimpulkan bahwa pembelajaran geometri dengan pembelajaran model van Hiele lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Selanjutnya Husnaeni (2001:165) menyatakan bahwa penerapan model van Hiele efektif untuk peningkatan kualitas berpikir siswa.

I. Tingkat Berpikir van Hiele

Teori van Hiele yang dikembangkan oleh dua pendidik berkebangsaan Belanda, Pierre Marie van Hiele dan Dina van Hiele-Geldof, menjelaskan

perkembangan berpikir siswa dalam belajar geometri (Mayberry, 1983:58; Senk, 1989:309; Olive, 1991:91; Schoen & Hallas, 1993:108 dan Anne, 1999). Menurut teori van Hiele, seseorang akan melalui lima tahap perkembangan berpikir dalam belajar geometri (Crowley, 1987:1; Clements & Battista, 1990:356-357; Orton, 1992:72; Burger & Culpepper, 1993:141-142; dan Muser & Burger, 1994:529-531). Kelima tahap perkembangan berpikir van Hiele adalah tahap 0 (visualisasi), tahap 1 (analisis), tahap 2 (deduksi informal), tahap 3 (deduksi), dan tahap 4 (rigor).

Tahap berpikir van Hiele dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tahap 0 (Visualisasi)

Tahap ini juga dikenal dengan tahap dasar (Mayberry, 1983:59; Orton, 1992:72 dan Anne, 1999;), tahap rekognisi (Gutierrez dkk., 1991:242; Muser & Burger, 1994; Arnold, 1996; Martin dkk., 1999 dan Argyropoulos, 2001), tahap holistik (Burger & Culpepper, 1993:141), tahap visual (Clements & Battista, 1990:356; Olive, 1991:91 dan Clements & Battista 2001). Pada tahap ini siswa mengenal bentuk-bentuk geometri hanya sekedar berdasar karakteristik visual dan penampakkannya. Siswa secara eksplisit tidak terfokus pada sifat-sifat obyek yang diamati, tetapi memandang obyek sebagai keseluruhan. Oleh karena itu, pada tahap ini siswa tidak dapat memahami dan menentukan sifat geometri dan karakteristik bangun yang ditunjukkan.

Tahap 1 (Analisis)

Tahap ini juga dikenal dengan tahap deskriptif (Olive 1991:91; Clements & Battista, 1992:427; Arnold, 1996 dan Clements & Battista, 2001). Pada tahap ini sudah tampak adanya analisis terhadap konsep dan sifat-sifatnya. Siswa dapat

menentukan sifat-sifat suatu bangun dengan melakukan pengamatan, pengukuran, eksperimen, menggambar dan membuat model. Meskipun demikian, siswa belum sepenuhnya dapat menjelaskan hubungan antara sifat-sifat tersebut, belum dapat melihat hubungan antara beberapa bangun geometri dan definisi tidak dapat dipahami oleh siswa.

Tahap 2 (Deduksi Informal)

Tahap ini juga dikenal dengan tahap abstrak (Burger & Shaughnessy, 1986:31 dan Burger & Culpepper, 1993:141), tahap abstrak/relasional (Clements & Battista, 1992:427 dan Clements & Battista, 2001), tahap teoritik (Olive, 1991:90), dan tahap keterkaitan (Muser & Burger, 1994). Hoffer (dalam Senk, 1986:306 dan Arnold, 1996), Argyropoulos (2001) dan Orton (1992:72) menyebut tahap ini dengan tahap ordering. Pada tahap ini, siswa sudah dapat melihat hubungan sifat-sifat pada suatu bangun geometri dan sifat-sifat antara beberapa bangun geometri. Siswa dapat membuat definisi abstrak, menemukan sifat-sifat dari berbagai bangun dengan menggunakan deduksi informal, dan dapat mengklasifikasikan bangun-bangun secara hirarki. Meskipun demikian, siswa belum mengerti bahwa deduksi logis adalah metode untuk membangun geometri.

Tahap 3 (Deduksi)

Tahap ini juga dikenal dengan tahap deduksi formal (Gutierrez dkk., 1991:242; Clements & Battista, 1992:427; Keyes, 1997 dan Clements & Battista, 2001). Pada tahap ini siswa dapat menyusun bukti, tidak hanya sekedar menerima bukti. Siswa dapat menyusun teorema dalam sistem aksiomatik. Pada tahap ini siswa berpeluang untuk mengembangkan bukti lebih dari satu cara. Perbedaan antara

pernyataan dan konversinya dapat dibuat dan siswa menyadari perlunya pembuktian melalui serangkaian penalaran deduktif.

Tahap 4 (Rigor)

Clements & Battista (1992:428 dan 2001) juga menyebut tahap ini dengan tahap metamatematika, sedangkan Muser dan Burger (1994) menyebut dengan tahap aksiomatik. Pada tahap ini siswa bernalar secara formal dalam sistem matematika dan dapat menganalisis konsekuensi dari manipulasi aksioma dan definisi. Saling keterkaitan antara bentuk yang tidak didefinisikan, aksioma, definisi, teorema dan pembuktian formal dapat dipahami.

Teori van Hiele mempunyai karakteristik, yaitu (1) tahap-tahap tersebut bersifat hirarki dan sekuensial, (2) kecepatan berpindah dari tahap ke tahap berikutnya lebih bergantung pada pembelajaran, dan (3) setiap tahap mempunyai kosakata dan sistem relasi sendiri-sendiri (Anne,1999). Burger dan Culpepper (1993:141) juga menyatakan bahwa setiap tahap memiliki karakteristik bahasa, simbol dan metode penyimpulan sendiri-sendiri.

Clements & Battista (1992:426-427) menyatakan bahwa teori van Hiele mempunyai karakteristik, yaitu (1) belajar adalah proses yang tidak kontinu, terdapat “lompatan” dalam kurva belajar seseorang, (2) tahap-tahap tersebut bersifat terurut dan hirarki, (3) konsep yang dipahami secara implisit pada suatu tahap akan dipahami secara eksplisit pada tahap berikutnya, dan (4) setiap tahap mempunyai kosakata sendiri-sendiri. Crowley (1987:4) menyatakan bahwa teori van Hiele mempunyai sifat-sifat berikut (1) berurutan, yakni seseorang harus melalui tahap-tahap tersebut sesuai urutannya; (2) kemajuan, yakni keberhasilan dari tahap ke tahap lebih banyak

dipengaruhi oleh isi dan metode pembelajaran daripada oleh usia; (3) intrinsik dan kestrinsik, yakni obyek yang masih kurang jelas akan menjadi obyek yang jelas pada tahap berikutnya; (4) kosakata, yakni masing-masing tahap mempunyai kosakata dan sistem relasi sendiri; dan (5) *mismacth*, yakni jika seseorang berada pada suatu tahap dan tahap pembelajaran berada pada tahap yang berbeda. Secara khusus yakni jika guru, bahan pembelajaran, isi, kosakata dan lainnya berada pada tahap yang lebih tinggi daripada tahap berpikir siswa.

Setiap tahap dalam teori van Hiele, menunjukkan karakteristik proses berpikir siswa dalam belajar geometri dan pemahamannya dalam konteks geometri. Kualitas pengetahuan siswa tidak ditentukan oleh akumulasi pengetahuannya, tetapi lebih ditentukan oleh proses berpikir yang digunakan.

Tahap-tahap berpikir van Hiele akan dilalui siswa secara berurutan (Keyes, 1997 dan Anne, 1999). Dengan demikian siswa harus melewati suatu tahap dengan matang sebelum menuju tahap berikutnya. Kecepatan berpindah dari suatu tahap ke tahap berikutnya lebih banyak bergantung pada isi dan metode pembelajaran daripada umur dan kematangan (Crowley, 1987:4; Schoen & Hallas, 1993:108 dan Keyes, 1997). Dengan demikian, guru harus menyediakan pengalaman belajar yang cocok dengan tahap berpikir siswa.

J. Pembelajaran Materi Irisan

Irisan antara bidang dan bangun ruang didefinisikan sebagai bidang datar yang dibatasi oleh perpotongan bidang dengan bangun ruang yang diirisnya sehingga membagi bangun ruang menjadi dua bagian. Berdasarkan definisi ini maka irisan antara bidang dan bangun ruang memiliki tiga sifat berikut.

1. Berbentuk bidang datar.
2. Dibatasi oleh perpotongan bidang dengan bangun ruang yang diiris.
3. Membagi bangun ruang menjadi dua bagian.

Perpotongan antara bidang dengan alas bangun ruang yang diiris disebut sumbu afinitas. Dengan demikian sumbu afinitas terletak pada bidang yang mengiris bangun ruang dan pada alas bangun ruang. Sumbu afinitas disebut juga sebagai garis dasar atau garis kolinasasi.

Pembelajaran materi irisan secara konvensional dimulai dengan definisi. Guru memberikan definisi irisan kepada siswa dan menjelaskannya dengan memberikan beberapa contoh. Selanjutnya diberikan definisi sumbu afinitas dan beberapa contoh sumbu afinitas. Sebagai bagian akhir guru menjelaskan cara menggambar irisan antara bidang dan bangun ruang.

Pembelajaran irisan yang bersifat konvensional tidak memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan konsep irisan berdasarkan beberapa pengamatan. Siswa tidak dilibatkan secara aktif untuk membangun konsep irisan. Dalam hal ini siswa hanya sekedar menerima konsep tersebut dan kemudian menghafalnya. Akibatnya siswa tidak memiliki pemahaman yang mendalam terhadap konsep irisan.

Sesuai Standar Kurikulum dan Evaluasi (NCTM :2000), pembelajaran geometri untuk sekolah menengah hendaknya melibatkan siswa secara aktif dalam menganalisis dan menemukan sifat-sifat suatu bangun geometri dan selanjutnya merumuskan definisi. Berdasar Standar tersebut, maka pembelajaran materi irisan dimulai dari pemberian contoh-contoh dan berdasarkan contoh-contoh yang diberikan

siswa melakukan analisis untuk menemukan sifat-sifat irisan dan kemudian merumuskan definisi.

K. Pembelajaran Materi Irisan Berdasarkan Teori van Hiele dengan Komputer

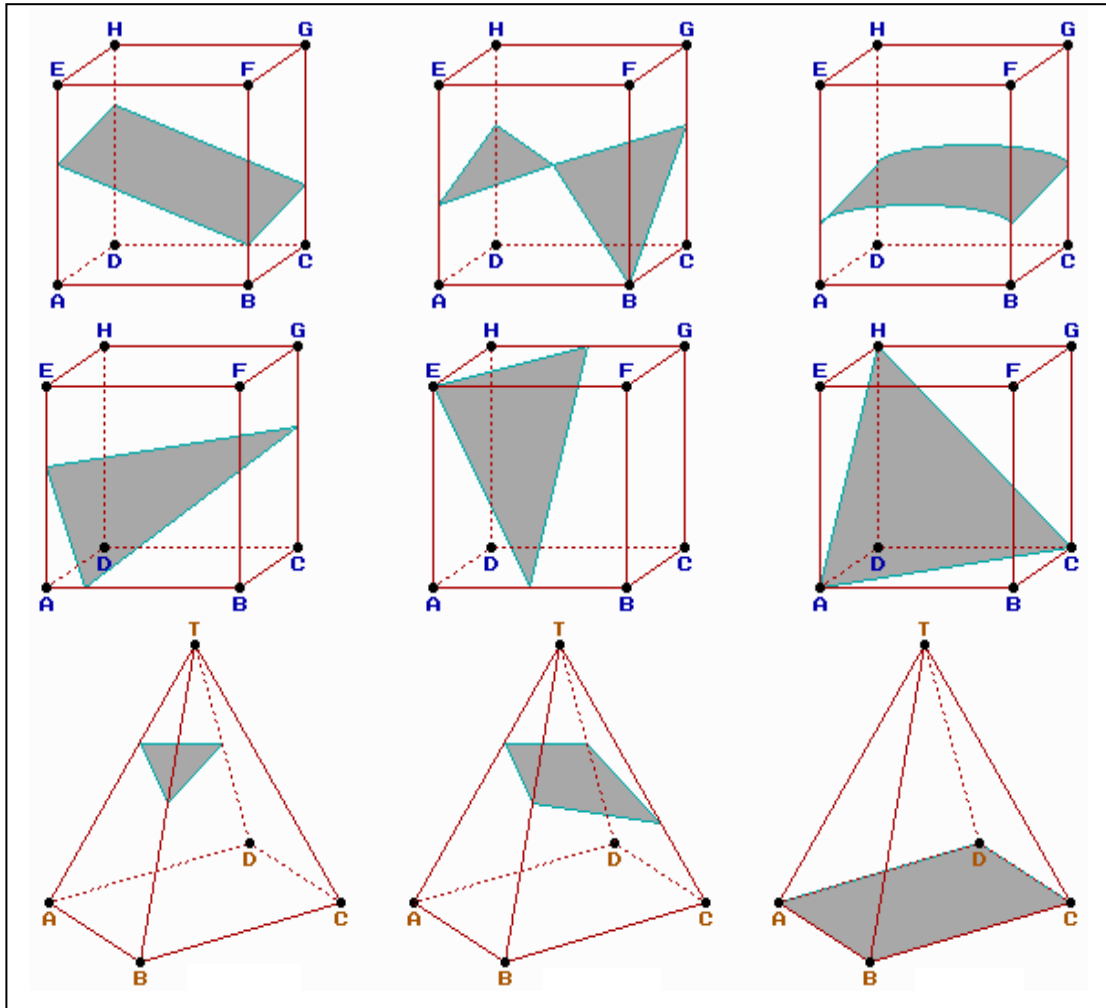
Pembelajaran materi irisan dalam paket PBK dapat disajikan berdasarkan pada teori van Hiele. Menurut teori van Hiele, siswa akan melalui lima tahap berpikir dalam belajar geometri. Kelima tahap berpikir itu adalah (0) pengenalan, (1) analisis, (2) deduksi informal, (3) deduksi formal, dan (4) rigor. Siswa akan melalui lima tahap berpikir ini secara berurutan dan kecepatan berpindah dari tahap ke tahap lebih banyak dipengaruhi oleh materi dan pengalaman belajar.

Siswa sekolah menengah pada umumnya memulai belajar geometri pada tahap pengenalan (Clements & Battista, 1999). Selain itu menurut Anne (1999) kebanyakan materi sekolah menengah disajikan pada tahap deduksi informal. Berdasarkan alasan ini, pembelajaran materi irisan dalam paket ini dimulai dari tahap pengenalan sampai tahap deduksi informal. Secara singkat pembelajaran materi irisan dalam paket ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tahap 0 (Pengenalan)

Pada tahap ini, komputer menampilkan sembilan gambar yang mewakili contoh dan bukan contoh irisan antara bidang dan bangun ruang. Selanjutnya komputer menyuruh siswa untuk menentukan manakah yang merupakan gambar irisan. Dialog antara siswa dan komputer dilakukan dalam bentuk tanya jawab soal pilihan ganda. Tujuan tahap ini adalah agar siswa mengenal irisan antara bidang dan bangun ruang berdasarkan penampakkannya secara keseluruhan. Pada tahap ini siswa

belum diarahkan pada analisis sifat irisan. Gambar-gambar yang ditampilkan terlihat dalam Gambar 2.1 berikut.



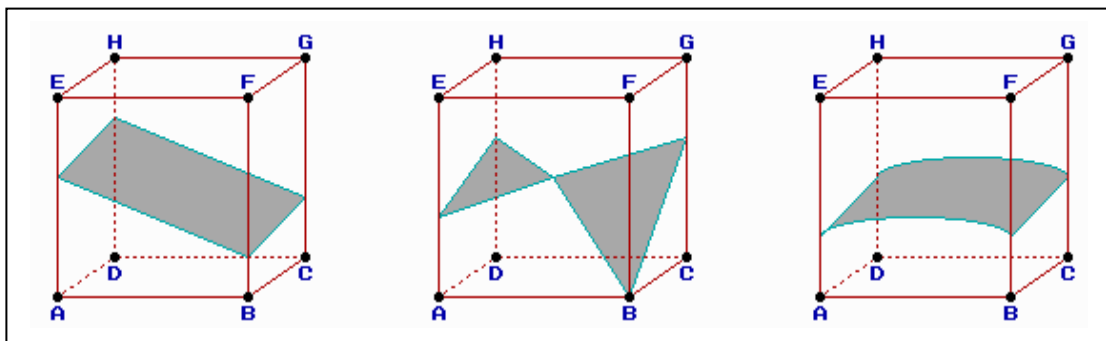
Gambar 2.1 Contoh dan Bukan Contoh Irisan antara Bidang dan Bangun Ruang.

Tahap 1 (Analisis)

Pada tahap ini, komputer menampilkan kembali gambar-gambar yang terlihat pada Gambar 2.1. Melalui dialog dalam bentuk tanya jawab pilihan ganda, komputer menyuruh siswa menentukan sifat-sifat irisan dengan mengadakan pengamatan pada gambar. Untuk memudahkan siswa dalam menentukan sifat yang diinginkan, contoh dan bukan contoh dibuat dalam bentuk kontras dengan

meminimalkan sifat-sifat lain yang terlibat. Menurut Skemp (1987:19) contoh dan bukan contoh dapat memuat sifat-sifat lain yang tidak diinginkan. Oleh sebab itu contoh dan bukan contoh perlu dibuat semudah mungkin. Analisis terhadap sifat-sifat irisan dilakukan dengan menampilkan gambar-gambar pada Gambar 2.1 sesuai urutan berikut.

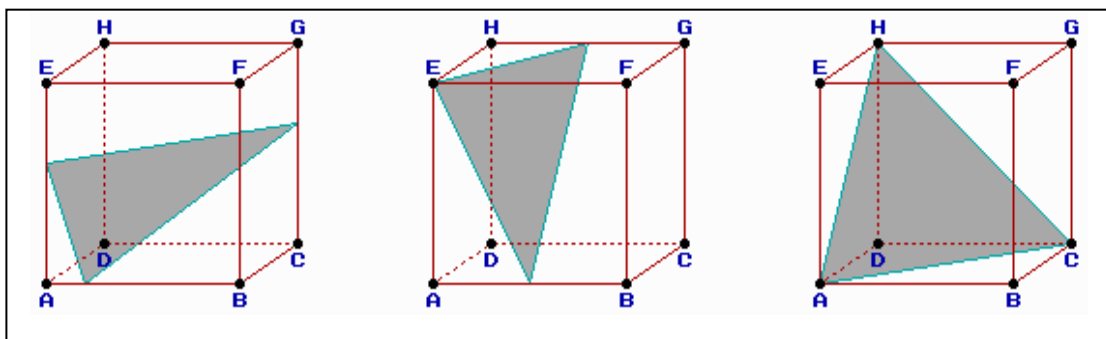
Pertama, ditampilkan Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Contoh dan Bukan Contoh Irisan Untuk Menemukan Sifat Bahwa Irisan Harus Berbentuk Bidang Datar.

Gambar 2.2 mewakili contoh dan bukan contoh irisan. Pemilihan contoh dan bukan contoh pada Gambar 2.2 dimaksudkan agar siswa dapat dengan mudah mengamati bahwa irisan harus berbentuk bidang datar.

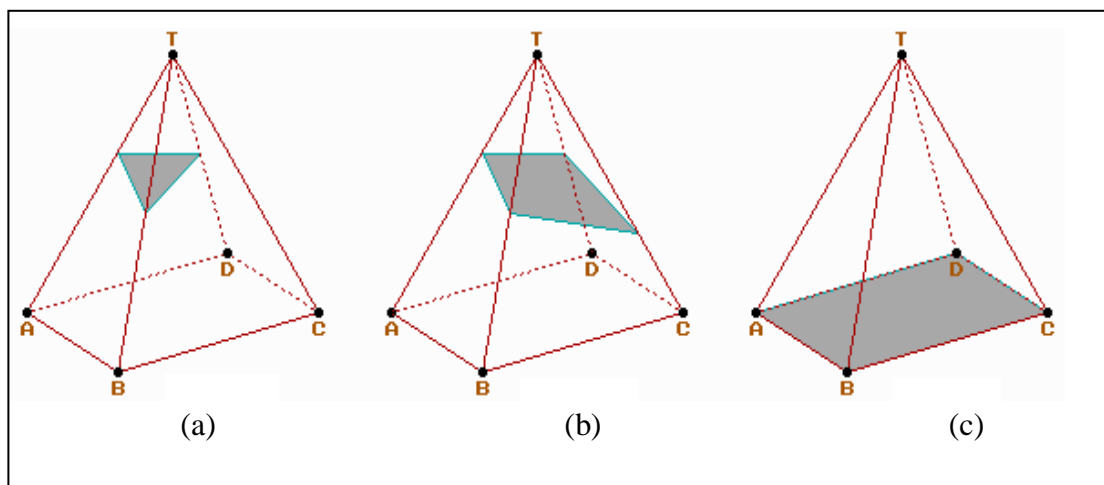
Kedua, ditampilkan Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Contoh dan Bukan Contoh Irisan Untuk Menemukan Sifat Bahwa Irisan Harus Dibatasi oleh Perpotongan Bidang dengan Sisi Bangun Ruang.

Berdasarkan pengamatan sebelumnya siswa sudah mengetahui bahwa irisan harus berbentuk bidang datar. Meskipun demikian, tidak semua bidang datar adalah irisan. Melalui pengamatan pada Gambar 2.3 siswa diharapkan dapat menemukan bahwa selain berbentuk bidang datar, irisan harus dibatasi oleh perpotongan bidang dengan bangun ruang yang diirisnya.

Ketiga, ditampilkan gambar-gambar seperti terlihat pada Gambar 2.4. Pada tahap ini siswa sudah mengetahui bahwa irisan harus berbentuk bidang datar dan dibatasi oleh perpotongan bidang dengan bangun ruang. Gambar 2.4c berbentuk bidang datar dan dibatasi oleh perpotongan bidang dengan bangun ruang, tetapi gambar 2.4c bukanlah irisan. Melalui pengamatan, siswa diharapkan dapat menemukan bahwa irisan haruslah membagi bangun ruang menjadi dua bagian.



Gambar 2.4 Contoh dan Bukan Contoh Irisan Untuk Menemukan Sifat Bahwa Irisan Harus Membagi Bangun Ruang Menjadi Dua Bagian.

Sebagai tahap terakhir, hasil pengamatan siswa dibawa pada kesimpulan bahwa irisan mempunyai sifat-sifat berikut.

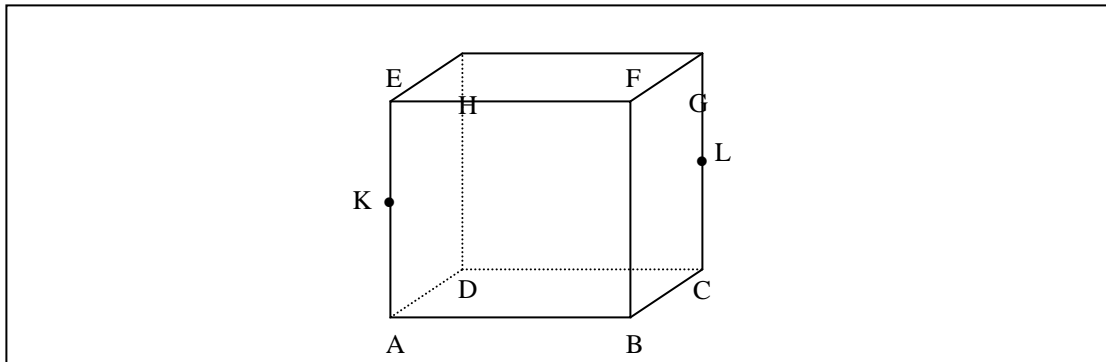
1. Berbentuk bidang datar.
2. Dibatasi oleh perpotongan bidang dengan bangun ruang yang diiris.

3. Membagi bangun ruang menjadi dua bagian.

Tahap 2 (Deduksi Informal)

Berdasarkan sifat-sifat yang ditemukan pada tahap sebelumnya maka dibuatlah definisi irisan. Untuk menguatkan pemahaman siswa terhadap definisi ini, komputer menampilkan suatu gambar irisan dan menjelaskan bahwa gambar tersebut memenuhi definisi.

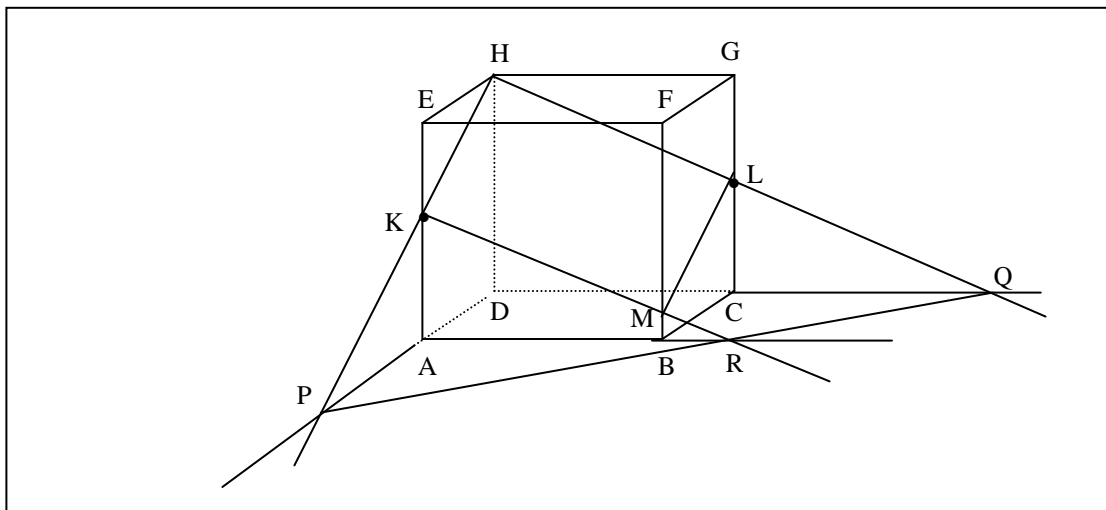
Setelah siswa mengenal dan memahami definisi irisan, selanjutnya dikenalkan cara untuk menggambar irisan. Irisan dapat digambar melalui tiga cara, yaitu (1) menggunakan sumbu afinitas, (2) menggunakan perpotongan garis diagonal sisi bangun ruang, dan (3) menggunakan perluasan bidang sisi bangun ruang. Dalam paket ini hanya dikenalkan dua cara yang pertama. Sebagai contoh, misalnya akan digambar irisan antara bidang yang melalui titik H, K, dan L dengan kubus ABCD.EFGH seperti pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Kubus ABCD.EFGH dengan titik K dan L.

Untuk menggambar irisan antara bidang yang melalui titik H, K, dan L dengan kubus ABCD.EFGH menggunakan sumbu afinitas dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut.

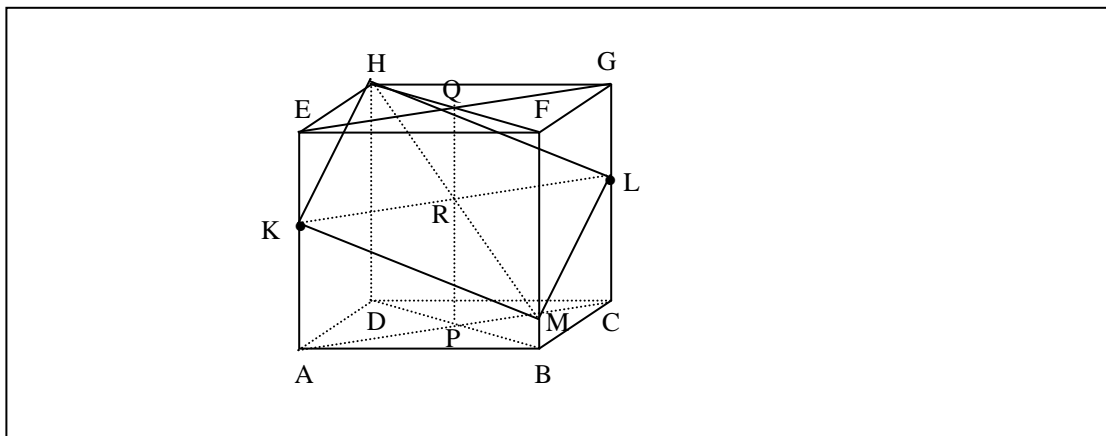
1. Dibuat garis HK. Kemudian garis AD diperpanjang sehingga berpotongan dengan garis HK. Perpotongan garis HK dan garis AD diberi nama titik P.
2. Dibuat garis HL. Kemudian garis CD diperpanjang sehingga berpotongan dengan garis HL. Perpotongan garis HL dan garis CD diberi nama titik Q.
3. Dibuat garis PQ. Garis AB diperpanjang sampai berpotongan dengan garis PQ. Perpotongan garis AB dan garis PQ diberi nama titik R.
4. Dibuat garis KR. Perpotongan garis KR dengan garis BF diberi nama titik M.
5. Dibuat garis LM. Bidang HKML adalah irisan yang dimaksud dengan sumbu affinitas garis PQ. Gambar irisan yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Gambar Irisan antara Bidang yang Melalui Titik H, K, dan L dengan Kubus ABCD.EFGH Menggunakan Sumbu Affinitas.

Untuk menggambar irisan antara bidang yang melalui titik H, K, dan L dengan kubus ABCD.EFGH menggunakan titik potong diagonal sisi bangun ruang dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut.

1. Dibuat garis diagonal AC dan BD. Perpotongan antara garis AC dan BD diberi nama titik P.
2. Dibuat garis diagonal EG dan FH. Perpotongan antara EG dan FH diberi nama titik Q.
3. Dibuat garis PQ.
4. Dibuat garis KL. Perpotongan garis KL dan PQ diberi nama titik R.
5. Dibuat garis HR sampai berpotongan dengan garis BF. Perpotongan garis HR dan BF diberi nama titik M. Irisan yang dimaksudkan adalah bidang HKML seperti tampak pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Gambar Irisan antara Bidang yang Melalui Titik H, K, dan L dengan Kubus ABCD.EFGH Menggunakan Garis Perpotongan Diagonal Sisi.

BAB III

METODE PENGEMBANGAN

Pada bab ini akan dibahas (a) model pengembangan, (b) prosedur pengembangan, dan (c) uji coba produk..

A. Model Pengembangan

Dalam buku pedoman penulisan karya ilmiah disebutkan bahwa model pengembangan dapat berupa model prosedural, model konseptual dan model teoritik (UM, 2000:37). Model prosedural pengembangan paket ini adalah adaptasi model yang dikembangkan oleh Alessi dan Trollip (1991) yang meliputi 10 tahapan yaitu (1) menentukan tujuan dan kebutuhan, (2) mengumpulkan bahan acuan, (3) mempelajari isi, (4) mengembangkan ide (*Brainstorming*), (5) mendesain pembelajaran, (6) membuat *flowchart* materi, (7) membuat *storyboard* tampilan pada kertas, (8) memprogram materi, (9) membuat materi pendukung, dan (10) melakukan evaluasi dan revisi.

Model pengembangan yang dibuat Alessi dan Trollip (1991) adalah model pengembangan *courseware* oleh tim. Untuk pengembang secara individu, pengembangan dapat dilakukan dengan melakukan adaptasi pada model tersebut. Pengembang, yang telah beberapa kali melakukan pengembangan *courseware* merasakan bahwa dengan model tersebut pengembangan lebih terarah, lebih menghemat waktu, dan dapat menghasilkan paket PBK yang baik.

Model konseptual dalam pengembangan ini adalah adaptasi dari model yang dikembangkan oleh Abdussakir & Sudarman (2000) yang didasarkan pada pendapat Smaldino dan Thompson (1990). Menurut Abdussakir dan Sudarman (2000:10) PBK perlu memuat komponen-komponen, yaitu (1) pengenalan/ilustrasi, (2) presentasi tujuan, (3) materi prasyarat, (4) materi utama, (5) bimbingan pembelajaran, (6) latihan, (7) umpan balik, (8) rangkuman dan (9) tes. Sembilan komponen ini berkaitan dengan 9 tahap pembelajaran Gagne, yaitu (1) mendapatkan perhatian siswa, (2) menginformasikan tujuan, (3) mengingat materi sebelumnya, (4) menyajikan materi baru, (5) menyediakan bimbingan pembelajaran, (6) melatih kemampuan siswa, (7) menyediakan umpan balik, (8) mengukur kemampuan siswa, dan (9) memperluas retensi dan tranfers.

Pengembang melakukan adaptasi sehingga menghasilkan paket PBK dengan komponen-komponen berikut: (1) logo, (2) ilustrasi, (3) tujuan pembelajaran, (4) tes awal, (5) materi pengantar, (6) materi utama, (7) contoh-contoh, (8) latihan soal, (9) rangkuman, (10) tes akhir, (11) penghargaan, dan (12) petunjuk. Adaptasi ini dilakukan dengan harapan bahwa paket yang dihasilkan mempunyai komponen yang lengkap dan sesuai dengan kebutuhan penyajian materi yang akan diajarkan.

Logo dan ilustrasi pada dasarnya adalah pengenalan program. Namun dalam fungsinya, logo dimaksudkan sebagai pengenalan identitas program sedangkan ilustrasi adalah untuk meningkatkan daya tarik siswa pada program. Tes awal sangat diperlukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Contoh-contoh diperlukan untuk memberikan contoh cara menggambar irisan antara bidang dan bangun ruang. Sedangkan penghargaan diperlukan untuk meningkatkan motivasi siswa. Menurut

Hudojo (1988:279-280), penghargaan diperlukan untuk meningkatkan sikap, rasa puas dan rasa bangga siswa terhadap pembelajaran matematika.

Model teoritik pengembangan ini secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama program menampilkan logo kemudian ilustrasi dan tujuan pembelajaran. Selanjutnya disajikan tes awal untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Setelah mengikuti tes awal, siswa akan mengikuti materi utama, mempelajari contoh-contoh, mempelajari rangkuman, mengerjakan latihan, dan mengikuti tes akhir. Setelah tes akhir, siswa akan memperoleh penghargaan sesuai kinerjanya dalam tes. Sedangkan materi pengantar disarankan untuk diikuti oleh siswa yang memperoleh skor tes awal kurang dari 70. Siswa yang mendapat skor tes awal lebih dari atau sama dengan 70 dapat mengikuti materi pengantar melalui menu utama.

B. Prosedur Pengembangan

Mendesain atau mengembangkan program pembelajaran (*courseware*) adalah proses yang membutuhkan rencana dan berbagai keahlian. *Courseware* biasanya dikembangkan oleh tim yang terdiri dari berbagai profesi, misalnya ahli materi, ahli pedagogi, ahli bahasa, ahli perancangan program, ahli seni, ahli evaluasi dan pihak lain yang berhubungan. Meskipun demikian, ada juga *courseware* yang dikembangkan secara individu (Soulier, 1988:1).

Pengembangan *courseware* yang baik memerlukan tiga tahap, yaitu perencanaan, pengembangan dan evaluasi (Soulier, 1988:2). Alessi dan Trollip (1991:245:248) merinci secara detail ketiga tahap itu menjadi 10 tahap berikut (1) menentukan tujuan dan kebutuhan, (2) mengumpulkan bahan acuan, (3) mempelajari

isi, (4) mengembangkan ide, (5) mendesain pembelajaran, (6) membuat *flowchart* materi, (7) membuat *storyboard*, (8) memprogram materi, (9) membuat materi pendukung dan (10) melakukan evaluasi dan revisi. Model pengembangan yang dikemukakan Alessi dan Trollip (1991) inilah yang digunakan dalam pengembangan paket PBK ini. Pemilihan model ini didasarkan pada pertimbangan bahwa model ini adalah model yang lengkap dan rinci. Selain itu, model ini memudahkan pelaksanaan pengembangan.

Sesuai model pengembangan yang dipilih, maka prosedur pengembangan paket ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Menentukan Tujuan dan Kebutuhan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan materi, tujuan pembelajaran materi dan analisis kebutuhan.

2. Mengumpulkan Bahan Acuan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengumpulkan bahan acuan yang diperlukan dalam pengembangan. Bahan-bahan acuan yang dikumpulkan meliputi bahan-bahan atau buku-buku yang berhubungan dengan materi pembelajaran, pengembangan paket PBK, pemrograman dan komputer.

3. Mempelajari Isi

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah mempelajari bahan-bahan acuan yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya.

4. Mengembangkan Ide

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengumpulkan ide-ide dari berbagai pihak sehubungan dengan pengembangan yang akan dilakukan. Ide yang

dibuat didasarkan pada tujuan pembelajaran, materi pembelajaran dan metodologi pembelajarannya. Selain itu, ide-ide yang dikumpulkan berkaitan dengan desain dan bentuk program yang akan dikembangkan. Ide-ide yang terkumpul kemudian diseleksi berdasarkan kemudahan pelaksanaannya dan kesesuaiannya dengan materi.

5. Mendesain Pembelajaran

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah (1) menganalisis tugas belajar dan konsep pembelajaran, (2) membuat deskripsi pembelajaran, dan (3) mengevaluasi serta merevisi rencana pembelajaran.

6. Membuat *Flowchart*

Flowchart tidak hanya memuat urutan penyajian materi mulai awal sampai akhir, tetapi juga memuat semua kemungkinan yang akan terjadi, misalnya pengambilan keputusan dan ketika siswa melakukan kesalahan. *Flowchart* berguna sebagai penunjuk arah pemrograman, sehingga dapat mempermudah penyusunan program.

7. Membuat *Storyboard*

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah membuat *storyboard*. Membuat *Storyboard* adalah proses membuat bentuk tampilan pada kertas yang akan “dipindah” ke layar komputer. *Storyboard* memuat isi pembelajaran yang meliputi materi yang akan dipresentasikan, pertanyaan, umpan balik, petunjuk, gambar, dan animasi. *Storyboard* sering disebut dengan *worksheet* atau desain tampilan.

8. Memprogram Materi

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah poses “pemindahan” tampilan dari *storyboard* ke layar komputer. Tahap ini disebut dengan pemrograman.

9. Membuat Materi Pendukung

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menyusun materi pendukung yang diperlukan dalam pengoperasian program. Materi pendukung berupa petunjuk pengoperasian paket, spesifikasi komputer yang diperlukan, dan isi paket.

10. Melakukan Evaluasi dan Revisi

kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengevaluasi dan merevisi program yang telah dikembangkan. Evaluasi dan revisi dilakukan berdasarkan masukan, komentar, dan saran beberapa ahli meliputi ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, ahli pemrograman, ahli evaluasi, guru bidang studi dan pihak lain yang berhubungan yang mempunyai keahlian dalam mendesain paket PBK. Evaluasi dan revisi juga dilakukan berdasarkan hasil ujicoba.

C. Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Uji coba dimaksudkan untuk mengumpulkan data sebagai dasar untuk menetapkan tingkat kemudahan, kelayakan dan daya tarik produk. Sebelum diujicobakan, produk terlebih dahulu dikonsultasikan dengan beberapa ahli meliputi ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, dan ahli pemrograman. Setelah melalui tahap konsultasi, produk ditanggapi dan dinilai oleh ahli evaluasi dan guru bidang studi matematika.

Desain uji coba yang dilakukan menggunakan desain uji coba deskriptif. Desain deskriptif memungkinkan pengembang untuk memperoleh data kuantitatif dan data kualitatif yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan produk pengembangan.

Tahap uji coba yang dilaksanakan dalam pengembangan ini adalah tahap konsultasi, tahap tanggapan dan penilaian, dan tahap uji coba perorangan. Masing-masing tahap ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Tahap Konsultasi

Tahap konsultasi terdiri dari beberapa kegiatan berikut.

- 1) Ahli materi, ahli pemrograman, dan ahli teknologi pembelajaran memberikan komentar dan saran terhadap draf I paket PBK.
- 2) Pengembang melakukan analisis data hasil konsultasi yang berbentuk komentar dan saran perbaikan.
- 3) Pengembang melakukan perbaikan draf I paket PBK menjadi draf II paket PBK berdasarkan hasil analisis data konsultasi.

b. Tahap Tanggapan dan Penilaian

Tahap tanggapan dan penilaian terdiri dari beberapa kegiatan berikut.

- 1) Ahli evaluasi dan guru bidang studi matematika memberikan tanggapan dan penilaian terhadap draf II paket PBK.
- 2) Pengembang melakukan analisis data tanggapan dan penilaian.
- 3) Pengembang melakukan perbaikan draf II paket PBK menjadi draf III paket PBK berdasarkan analisis data tanggapan dan penilaian

c. Tahap Uji Coba Perorangan

Uji coba perorangan dilakukan sebanyak dua kali. Uji coba perorangan tahap pertama dilakukan terhadap tiga siswa dan uji coba perorangan tahap kedua dilakukan terhadap enam siswa. Pelaksanaan uji coba perorangan sebanyak dua kali didasarkan

pada pertimbangan bahwa paket PBK lebih difokuskan pada pembelajaran secara individual.

1) Uji Coba Perorangan Tahap Pertama

Uji coba perorangan tahap pertama terdiri dari beberapa kegiatan berikut.

- a) Pengembangan mengamati siswa yang sedang belajar materi irisan menggunakan draf III paket PBK dan dilanjutkan dengan melakukan wawancara.
- b) Pengembang melakukan analisis data hasil observasi dan wawancara.
- c) Pengembang melakukan perbaikan draf III paket PBK menjadi draf IV paket PBK berdasarkan hasil analisis data observasi dan wawancara.

2) Uji Coba Perorangan Tahap Kedua

Uji coba perorangan tahap kedua terdiri dari beberapa kegiatan berikut.

- a) Pengembangan mengobservasi siswa yang sedang belajar materi irisan menggunakan draf IV paket PBK dan dilanjutkan dengan melakukan wawancara.
- b) Pengembang melakukan analisis data hasil observasi dan wawancara.
- c) Pengembang melakukan perbaikan draf IV paket PBK menjadi produk akhir paket PBK berdasarkan hasil analisis data observasi dan wawancara.

2. Subyek Uji Coba

Subyek uji coba pengembangan paket PBK ini adalah ahli materi, ahli pemrograman, ahli teknologi pembelajaran, ahli evaluasi, guru bidang studi matematika, dan siswa kelas 2 SMU Laboratorium UM. Pemilihan SMU Laboratorium UM sebagai lokasi uji coba didasarkan pada beberapa alasan, yaitu (1) siswa mengalami kesulitan mempelajari materi irisan, (2) memiliki laboratorium komputer yang hanya digunakan untuk kegiatan ekstrakurikuler, (3) belum

mempunyai paket PBK untuk materi irisan, dan (4) kemampuan siswa sangat beragam. Sedangkan pemilihan siswa kelas 2 sebagai subyek uji coba didasarkan pada pertimbangan berikut. Siswa kelas 2 SMU sudah mempelajari materi prasyarat untuk mengikuti materi dimensi tiga di kelas 1. Dengan demikian, meskipun masih berada di kelas 2, mereka sudah dapat mempelajari materi irisan yang seharusnya mereka pelajari di kelas 3. Pengambilan subyek ini juga dimaksudkan untuk menghindari terjadinya bias bahwa siswa telah mempelajari materi irisan sebelumnya.

a. Ahli Materi

Bertindak sebagai ahli materi dalam pengembangan paket PBK ini adalah seorang doktor di bidang matematika sekaligus dosen pada Jurusan Pendidikan Matematika Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Pemilihan ahli materi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa yang bersangkutan memiliki kompetensi di bidang materi matematika. Ahli materi memberikan komentar dan saran secara umum terhadap materi pembelajaran yang ada dalam paket PBK.

b. Ahli Pemrograman

Bertindak sebagai ahli pemrograman dalam pengembangan paket ini adalah seorang doktor di bidang matematika terapan sekaligus dosen pada Jurusan Pendidikan Matematika Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Pemilihan ahli pemrograman ini didasarkan pada pertimbangan bahwa yang bersangkutan memiliki kompetensi dalam pengembangan paket pembelajaran berbantuan komputer. Ahli pemrograman memberikan komentar dan saran secara umum

terhadap beberapa komponen paket PBK serta bagaimana membuat program yang baik.

c. Ahli Teknologi Pembelajaran

Bertindak sebagai ahli teknologi pembelajaran dalam pengembangan paket ini adalah seorang master sains sekaligus dosen pada Jurusan Pendidikan Matematika Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Pemilihan ahli teknologi pembelajaran ini didasarkan pada pertimbangan bahwa yang bersangkutan memiliki kompetensi dalam teknologi pembelajaran di bidang matematika. Ahli teknologi pembelajaran memberikan komentar dan saran secara umum terhadap penyajian materi dan pengoperasian paket PBK.

d. Ahli Evaluasi

Bertindak sebagai ahli evaluasi dalam pengembangan paket PBK ini adalah seorang doktor pendidikan matematika sekaligus dosen pada Jurusan Pendidikan Matematika Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Pemilihan ahli evaluasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa yang bersangkutan memiliki kompetensi dalam evaluasi proses pembelajaran matematika dan pembelajaran berbantuan komputer. Ahli evaluasi memberikan penilaian, komentar, dan saran secara umum terhadap paket PBK.

e. Guru Bidang Studi

Guru bidang studi yang memberikan tanggapan dan penilaian terhadap paket PBK adalah seorang sarjana pendidikan matematika sekaligus sebagai guru pengajar matematika di SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang. Pemilihan guru

bidang studi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa yang bersangkutan telah memiliki banyak pengalaman mengajar.

Guru bidang studi memberikan tanggapan dan penilaian terhadap perumusan tujuan pembelajaran khusus, tes awal, materi pengantar, materi utama, contoh-contoh, rangkuman, latihan, dan tes akhir. Selain itu guru bidang studi memberikan komentar dan saran secara umum untuk perbaikan komponen yang dinilai. Berhubungan guru bidang studi dalam pengembangan ini menguasai berbagai bahasa pemrograman komputer, yang bersangkutan juga memberikan saran mengenai teknik-teknik pemrograman.

f. Siswa Kelas 2 SMU

Uji coba perorangan dilakukan pada semester I tahun pelajaran 2002/2003. Pelaksanaan uji coba perorangan dilakukan dalam dua tahap. Uji coba perorangan tahap pertama dilakukan pada tanggal 24 Oktober 2002. Subyek uji coba perorangan tahap pertama adalah tiga siswa kelas 2 SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang. Tiga siswa ini diambil secara acak dan mewakili kelompok berkemampuan rendah, sedang dan tinggi dilihat dari skor ulangan harian. Pemilihan subyek uji coba juga didasarkan pada pertimbangan guru bidang studi matematika bahwa yang bersangkutan mudah untuk diwawancarai. Uji coba perorangan tahap pertama difokuskan pada kemudahan siswa dalam mengoperasikan paket PBK.

Uji coba perorangan tahap kedua dilakukan pada tanggal 28 Oktober 2002. Subyek uji coba perorangan tahap kedua adalah enam siswa kelas 2 SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang. Enam siswa ini diambil secara acak dan mewakili kelompok berkemampuan rendah, sedang dan tinggi dilihat dari skor

ulangan harian. Subyek uji coba perorangan tahap kedua diambil dari kelas yang berbeda dengan subyek uji coba perorangan tahap pertama. Pemilihan subyek uji coba juga didasarkan pada pertimbangan guru bidang studi matematika bahwa yang bersangkutan mudah untuk diwawancara. Uji coba perorangan tahap kedua difokuskan pada kemudahan siswa dalam mengoperasikan paket dan kemudahan untuk memahami materi.

Secara rinci subyek uji coba perorangan tahap pertama dan tahap kedua dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut.

Subyek	Kelompok
NR	Tinggi
BD	Sedang
VN	Rendah

Subyek	Kelompok
IR dan SN	Tinggi
BB dan YS	Sedang
DD dan LN	Rendah

3. Jenis Data

Data yang dikumpulkan dalam pengembangan paket PBK bersifat kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil konsultasi dengan ahli materi, ahli pemrograman, ahli teknologi pembelajaran, ahli evaluasi dan guru bidang studi. Data kualitatif juga diperoleh dari observasi dan wawancara. Data kuantitatif diperoleh dari penilaian ahli evaluasi dan guru bidang studi. Data kuantitatif juga diperoleh dari hasil tes siswa saat uji coba.

4. Instrumen Pengumpul Data

Instrumen pengumpul data meliputi angket tanggapan dan penilaian, pedoman observasi, pedoman wawancara, tes awal, dan tes akhir. Angket tanggapan

dan penilaian diberikan kepada ahli evaluasi dan guru bidang studi. Ahli evaluasi dan guru bidang studi memberikan tanggapan dan penilaian terhadap seluruh aspek pada setiap komponen paket PBK. Angket tanggapan dan penilaian dirancang dalam bentuk pernyataan dengan empat pilihan nilai, yaitu 1, 2, 4 dan 5. Nilai 3 tidak dimasukkan dengan pertimbangan untuk memudahkan klasifikasi jawaban dalam hubungannya dengan pengambilan keputusan untuk perbaikan produk. Deskripsi nilai 1, 2, 4, dan 5 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Data juga diperoleh melalui kegiatan konsultasi dengan ahli materi, ahli pemrograman, ahli teknologi pembelajaran. Kegiatan lain yang dilakukan untuk memperoleh data adalah melakukan observasi pada siswa yang sedang mengikuti uji coba perorangan dan dilanjutkan dengan pelaksanaan wawancara terhadap semua subyek uji coba..

5. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam pengembangan paket PBK bersifat deskriptif. Analisis deskriptif dilakukan untuk mengolah data hasil konsultasi, hasil tanggapan dan penilaian, hasil observasi, dan hasil wawancara. Hasil analisis data digunakan sebagai dasar untuk pelaksanaan perbaikan paket. Untuk memberikan makna dan pengambilan keputusan dari data hasil tanggapan dan penilaian untuk perbaikan paket digunakan kualifikasi tingkat kelayakan dengan kriteria seperti pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Kualifikasi Tingkat Kelayakan

Kualifikasi Penilaian		Tingkat	Keterangan
Skala	Deskripsi	Kelayakan	Revisi
5	Sangat sesuai, sangat terbaca, sangat tepat, sangat teratur, sangat indah, sangat mampu, dan kepadatan sangat tepat	Sangat layak	Tidak perlu revisi
4	Sesuai, terbaca, tepat, teratur, indah, mampu, kepadatan tepat.	Layak	Tidak perlu revisi
2	Kurang sesuai, kurang terbaca, kurang tepat, kurang teratur, kurang indah, kurang mampu, dan kepadatan kurang tepat.	Kurang layak	Perlu revisi
1	Sangat kurang sesuai, sangat kurang terbaca, sangat kurang tepat, sangat kurang teratur, sangat kurang indah, sangat kurang mampu, terlalu padat atau sangat kurang padat.	Sangat kurang layak	Perlu revisi

BAB V

KAJIAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai (a) kajian produk yang telah direvisi dan (b) saran-saran untuk pemanfaatan, diseminasi, dan pengembangan produk lebih lanjut.

A. Kajian Produk yang Telah Direvisi

Paket PBK ini direvisi berdasarkan hasil analisis (1) data konsultasi ahli materi, ahli pemrograman, dan ahli teknologi pembelajaran, (2) data tanggapan dan penilaian ahli evaluasi dan guru bidang studi matematika, dan (3) data observasi subjek uji coba perorangan. Revisi produk dimaksudkan untuk menghasilkan paket PBK yang berkualitas dan mencari kesesuaian antara paket PBK sebagai produk dengan siswa sebagai pengguna produk. Kesesuaian yang dimaksudkan adalah kemudahan pengoperasian paket PBK dan kemudahan siswa dalam memahami materi yang diajarkan dalam paket PBK.

Hasil tanggapan dan penilaian ahli evaluasi dan guru bidang studi matematika menunjukkan bahwa setiap aspek pada seluruh komponen paket PBK sudah layak. Hal ini berarti bahwa paket PBK ini sudah dapat digunakan oleh siswa sebagai pengguna.

Hasil observasi dan uji coba perorangan tahap pertama dan kedua menunjukkan bahwa siswa subjek uji coba tidak mengalami kesulitan selama mengoperasikan paket PBK dan dapat memahami konsep dengan baik. Semua

perintah sudah dapat dipahami dengan mudah. Waktu yang diperlukan untuk belajar menggunakan paket PBK ini lebih singkat daripada waktu yang diperlukan untuk pembelajaran secara konvensional. Hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa merasa senang belajar dengan paket PBK. Bagian yang menarik bagi siswa adalah animasi, warna, dan suara yang ditampilkan dalam paket PBK.

Spesifikasi produk yang ditetapkan pada awal pengembangan dapat terpenuhi. Berdasarkan spesifikasi yang ditetapkan maka paket PBK ini mempunyai karakteristik sebagai berikut.

1. Mempunyai bentuk tutorial bercabang.
2. Menggunakan sistem operasi MS DOS versi 6 atau lebih.
3. Menggunakan sistem menu datar tanda terang dengan menu datar selektor.
4. Menggunakan keyboard untuk memilih menu.
5. Menggunakan pembelajaran yang disesuaikan dengan tahap-tahap berpikir van Hiele.
6. Mempunyai 12 komponen, yaitu (1) penampilan logo, (2) pemberian ilustrasi, (3) perumusan tujuan pembelajaran, (4) pemberian tes awal, (5) uraian materi pengantar, (6) uraian materi utama, (7) pemberian contoh-contoh, (8) pemberian latihan soal, (9) pemberian rangkuman, (10) pemberian tes akhir, (11) pemberian penghargaan dan (12) pemberian petunjuk.

Logo paket selain berfungsi sebagai pengenalan juga berfungsi untuk menarik perhatian siswa. Ilustrasi berfungsi untuk meningkatkan daya tarik siswa terhadap paket PBK. Ketertarikan siswa ini akan menimbulkan motivasi untuk mempelajari materi lebih lanjut. Pemberian motivasi belajar akan membuat siswa

lebih siap untuk belajar. Hudojo (1988:107) menyatakan bahwa siswa yang diberi motivasi akan lebih siap belajar daripada siswa yang tidak diberi motivasi. Sedangkan siswa yang siap untuk belajar akan dapat mempelajari materi pelajaran daripada siswa yang tidak siap untuk belajar (Orton, 1992).

Penggunaan tampilan dalam mode grafik memberikan daya tarik tersendiri untuk siswa. Perpaduan antara animasi, warna, suara dan format tulisan dalam mode grafik mampu meningkatkan daya tarik siswa terhadap paket PBK. Paket PBK yang menyapa siswa menggunakan nama panggilannya mencipta suasana yang menyenangkan sehingga siswa belajar dengan perasaan senang dan santai. Siswa dapat belajar tanpa tekanan psikologis. Rasa senang yang dimiliki siswa terhadap paket PBK mengakibatkan siswa ingin belajar terus dengan menggunakan paket PBK. Hal ini dapat menimbulkan kesan bahwa belajar matematika adalah menyenangkan. Tidak heran jika ada beberapa siswa yang mengulang belajar mereka dengan menggunakan paket PBK dan ada juga yang menanyakan mengapa semua materi matematika tidak diajarkan lewat paket PBK saja.

Pembelajaran konsep irisan dalam paket ini disesuaikan dengan tahap berpikir van Hiele. Konsep irisan diajarkan sesuai tahap 0 (pengenalan), tahap 1 (analisis), dan tahap 2 (deduksi informal). Pada tahap 0, paket menampilkan gambar-gambar yang mewakili contoh dan bukan contoh irisan. Siswa disuruh mengidentifikasi manakah yang termasuk irisan. Pada tahap ini diharapkan siswa dapat mengenal irisan berdasarkan penampakkannya secara keseluruhan. Siswa belum diminta untuk menganalisis sifat-sifat yang terdapat pada gambar irisan tersebut. Pada tahap 1, paket PBK menampilkan kembali gambar irisan dan bukan irisan. Siswa

diminta untuk menentukan sifat-sifat irisan dengan melakukan pengamatan pada gambar. Pada tahap 2, paket PBK menyajikan definisi irisan antara bidang dan bangun ruang berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya.

Penyajian konsep irisan dalam paket PBK yang dimulai dari gambar-gambar menuju definisi abstrak sesuai dengan teori Bruner. Menurut teori Bruner, materi pelajaran perlu disajikan secara bertahap mulai tahap konkret, semikonkret, dan abstrak. Istilah yang digunakan Bruner adalah tahap enaktif, ikonik, dan simbolik. Karena komputer hanya dapat menyajikan bentuk semikonkret suatu objek, maka penyajian konsep irisan dalam paket PBK ini terbatas pada dua tahap terakhir, yaitu tahap ikonik dan simbolik.

Paket PBK sebagai produk akhir pengembangan ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu (1) memiliki fasilitas untuk mengatur kecepatan tulisan, (2) memiliki menu halaman sehingga siswa dapat kembali, mengulang, melanjutkan, menuju halaman tertentu, atau keluar menuju komponen lainnya, (3) memiliki pilihan “keluar” hampir pada setiap tampilan, (4) memiliki menu utama sehingga siswa dapat memilih bagian yang ingin dipelajari, (5) memiliki bentuk penyajian yang kontrol sepenuhnya ada di tangan siswa, (6) memiliki sistem menu datar yang merupakan perpaduan antara menu tanda terang dan selektor pilihan, (7) memiliki komponen informasi dan petunjuk yang dapat memberikan penjelasan cara pengoperasian, dan (8) memiliki petunjuk manual yang dilengkapi dengan gambar-gambar yang ditampilkan pada bagian contoh, latihan, dan tes akhir. Dengan gambar-gambar ini diharapkan siswa tidak perlu lagi menyalin gambar di layar terlebih dahulu, tetapi

dapat secara langsung menggunakan gambar-gambar tersebut untuk meniru cara menggambar irisan berdasarkan contoh yang diberikan.

Selain memiliki kelebihan, paket PBK ini masih memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan yang dimaksudkan adalah (1) tidak menggunakan mouse untuk menentukan pilihan, (2) tidak memiliki fasilitas untuk mengatur kecepatan demo, dan tidak mempunyai fasilitas agar siswa dapat mengatur warna gambar yang ditampilkan dalam paket..

Kelemahan lain yang dimiliki paket PBK adalah tidak dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk menggambar irisan antara bidang dan bangun ruang. Dalam paket ini siswa hanya dapat memahami konsep irisan dengan baik. Siswa dapat dengan mudah membedakan irisan dan bukan irisan, tetapi sulit untuk menggambar irisan yang diminta dalam soal. Ketrampilan menggambar irisan ternyata kurang sesuai jika diajarkan dengan komputer. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Smaldino dan Tompson (1990:22) bahwa komputer kurang tepat untuk menyajikan materi yang menekankan pada tercapainya ketrampilan psikomotor.

Kesulitan yang dialami siswa untuk menggambar irisan dapat disebabkan karena siswa kurang berlatih secara langsung untuk menggambar irisan di kertas. Siswa hanya berlatih untuk menggambar irisan di monitor yang dilakukan hanya dengan memasukkan garis-garis yang akan dibuat. Padahal menggambar di monitor sangat berbeda prosesnya dengan menggambar di kertas. Untuk mengatasi kelemahan ini paket PBK dilengkapi dengan gambar-gambar bangun ruang yang digunakan pada bagian contoh, latihan dan tes akhir. Melalui gambar tersebut diharapkan siswa dapat berlatih untuk menggambar irisan di kertas dengan cara meniru langkah-langkah

menggambar yang ditampilkan dalam paket PBK. Melalui pengamatan dan bekerja secara langsung maka siswa akan terlatih untuk menggambar irisan. Dengan cara ini diharapkan kelemahan paket dapat diatasi.

Ketidaksesuaian penggunaan komputer untuk mengajarkan ketrampilan psikomotor merupakan suatu temuan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian ini ternyata komputer hanya sesuai untuk mengajarkan konsep dan prinsip yang terdapat dalam materi irisan. Sedangkan untuk mengajarkan ketrampilan psikomotor, ternyata penggunaan komputer kurang tepat.

B. Saran-saran

Saran-saran yang diajukan meliputi saran untuk keperluan pemanfaatan produk, diseminasi produk, dan keperluan pengembangan lebih lanjut. Secara rinci saran-saran tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Saran untuk Keperluan Pemanfaatan Produk

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan paket PBK ini disarankan hal-hal berikut.

- a. Paket PBK ini hendaknya digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran materi irisan.
- b. Paket PBK ini hendaknya digunakan dengan bimbingan guru. Hal ini karena paket PBK dibuat dalam dialog yang terbatas sehingga tidak dapat menjawab semua permasalahan yang muncul dari siswa.
- c. Paket PBK ini hendaknya dibimbing oleh guru yang sudah memiliki pengetahuan mengenai pengoperasian komputer. Hal ini dimaksudkan jika ada siswa yang mengalami kesulitan pengoperasian maka guru dapat membantu.

- d. Paket PBK ini hendaknya digunakan pada siswa yang telah memiliki pengetahuan dasar mengenai pengoperasian komputer.

2. Saran untuk Diseminasi Produk

Untuk diseminasi produk pada sasaran yang lebih luas maka disarankan hal-hal berikut.

- a. Paket PBK ini hendaknya digunakan secara bertahap. Pertama, paket PBK digunakan untuk pembelajaran individual dalam remidi dan selanjutnya digunakan di kelas secara menyeluruh.
- b. Paket PBK ini belum teruji efektivitasnya. Penelitian ini hanya terbatas pada kemudahan pengoperasian, kemudahan untuk dipahami, daya tarik program dan efisiensi penggunaan waktu. Jadi masih diperlukan penelitian untuk melihat efektivitas paket PBK ini.
- c. Paket PBK ini dapat digandakan dan digunakan secara lebih luas jika ternyata penggunaannya efektif dan efisien.

3. Saran untuk Pengembangan Lebih Lanjut

Untuk keperluan pengembangan lebih lanjut disarankan hal-hal berikut.

- a. Paket PBK ini masih memiliki beberapa kelemahan seperti yang telah disebutkan pada kajian produk. Oleh sebab itu disarankan kepada pengembangan yang berminat untuk mengatasi kelemahan ini.
- b. Paket PBK untuk materi lain perlu dikembangkan.
- c. Paket PBK yang dikembangkan untuk materi yang menekankan pada tercapainya ketrampilan psikomotor perlu digunakan secara berhati-hati. Hal ini disebabkan

karena penggunaan komputer yang dimaksudkan untuk menanamkan ketrampilan psikomotor kurang tepat.

- d. Paket PBK perlu dikembangkan sehingga dapat melatih kemandirian siswa dalam belajar. Oleh sebab itu perlu dikembangkan paket PBK yang memuat dialog yang selengkap mungkin sehingga siswa terlatih untuk belajar mandiri dan tidak menggantungkan untuk selalu bertanya pada orang lain. Untuk tujuan ini, maka siswa perlu dibiasakan belajar secara mandiri di kelas dalam pembelajaran tanpa komputer.
- e. Paket PBK dapat dikembangkan oleh guru bersama dengan ahli pemrograman. Jadi guru yang mempunyai kesulitan mengembangkan paket PBK dapat melakukan kerja sama dengan guru lain atau pihak lain yang memiliki keahlian mengembangkan paket PBK.
- f. Paket PBK menuntut adanya sarana komputer di sekolah. Oleh sebab itu, sekolah hendaknya memikirkan penggunaan komputer untuk penggunaan paket PBK. Hal ini menuntut sekolah untuk terlebih dahulu menyediakan komputer sebagai sarana belajar.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdussakir. 2000. *Media Pembelajaran Dimensi Tiga Berbantuan Komputer*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA UM.
- Abdussakir. 2002. Pembelajaran Geometri Berdasar Teori van Hiele Berbantuan Komputer. *Jurnal Matematika dan Pembelajarannya*. VIII (Edisi Khusus):344-348.
- Abdussakir dan Sudarman. 2000. *Pembelajaran Matematika Berbantuan Komputer: Strategi Pembelajaran, Komponen Pembelajaran, Model Pengembangan dan Skenario Pelaksanaannya*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional HMJ Matematika FMIPA UM. Malang, 18 Nopember 2000.
- Alessi, S.M. dan Trollip, S.R.. 1991. *Computer Based Instruction: Methods and Development*. New Jersey: Prantice Hall.
- Anderson, R.H.. 1987. *Pemilihan dan Pengembangan Media untuk Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Anne, T.. 1999. *The van Hiele Models of Geometric Thought*. (Online) ([Http://euler.slu.edu/teach_material/van_hiele_model_of_geometry.html](http://euler.slu.edu/teach_material/van_hiele_model_of_geometry.html), diakses 2 Pebruari 2002).
- Ardana, I.M.. 1999. *Penerapan Pembelajaran Berhitung Permulaan Berbantuan Komputer dalam Upaya Meningkatkan Konsep Diri Akademis Matematika dan Motivasi Belajar Matematika pada Siswa Kelas I SD Laboratorium IKIP Singaraja*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP MALANG.
- Argyropoulos, V.. 2001. *Inventigating Levels of Understanding of Concepts of Geometric Shape by Students with V.I*. (Online) ([Http://www.iceui-europe.org/cracow2000/proceedings/chapter04/04-10.doc](http://www.iceui-europe.org/cracow2000/proceedings/chapter04/04-10.doc), diakses 2 Pebruari 2002).
- Arnold, S.. 1996. *Challenge and Support: van Hiele*. (Online) ([Http://www.stmarys.nsw.edu.au/PAGES/c53.htm](http://www.stmarys.nsw.edu.au/PAGES/c53.htm), diakses 2 Pebruari 2002).
- Bagio, B.. 1991. *Komputer dan Masyarakat*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Bitter, G.G. & Camuse, R.A.. 1984. *Using a Microcomputer in The Classroom*. Virginia: Reston Publishing Company, Inc.

- Brannigan, P. & Lee, M.. 2001. *Overview of Computer Base Learning (CBL)* (Online) ([Http://www.qub.ac.uk/csv/teaching/in_med/cbl_ovw.html](http://www.qub.ac.uk/csv/teaching/in_med/cbl_ovw.html), diakses 26 Oktober 2001).
- Bobango, J.C.. 1993. *Geometry for All Student: Phase-Based Instruction*. Dalam Cuevas (Eds). *Reaching All Students With Mathematics*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Brown, J.W., Lewis, R.B. dan Harclerod, F.F.. 1983. *AV Instruction: Technology, Media, and Methods*. California: McGraw-Hill, Inc.
- Brown, K.. 1999. *Using New Technology in The Classroom*. New South Wales: National Centre for English Language Teaching and Research Macquarie University.
- Budiarto, M.T.. 2000. *Pembelajaran Geometri dan Berpikir Geometri*. Dalam prosiding Seminar Nasional Matematika “Peran Matematika Memasuki Milenium III”. Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya. Surabaya, 2 Nopember.
- Burger, W.F. & Culpepper, B.. 1993. *Restructuring Geometry*. Dalam Wilson Patricia S. (Ed). *Research Ideas for The Classroom: High Scholl Mathematics*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Clements, D.H..1985. *Computers in Early and Primary Education*. New Jersey: Prentice Hall, Inc..
- Clements, D.H..1989. *Computers in Elementary Mathematic Education*. New Jersey: Prantice Hall, Inc..
- Clements, D.H. & Battista, M.T.. 1990. The Effect of LOGO on Childern’s Conceptualizations of Angle and Polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*. 22 (5): 356-371.
- Clements, D.H. & Battista, M.T.. 1992. *Geometry and Spatial Reasoning*. Dalam Grouws, D.A. (ed). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Clements, D.H. & Battista, M.T.. 2001. *Geometry and Proof*. (Online) ([Http://www.terc.edu/investigation/relevant/html/Geometry.html](http://www.terc.edu/investigation/relevant/html/Geometry.html), diakses 2 Pebruari 2002).
- Cole, P. dan Chan, L.. 1990. *Methods and Strategies for Special Education*. Australia: Prantice Hall.

- Cotton, K.. 1997. *Computer Assisted Instruction*. (Online)
([Http://www.nwrel.org/scpd/sirs/5/cu10.html](http://www.nwrel.org/scpd/sirs/5/cu10.html), diakses 15 Nopember 2000).
- Dalgarno, B.. 1996. *Constructivist Computer Assisted Learning: Theory and Technique*. (Online)
([Http://www.ascilite.org.au/conferences/adelaide96/papers21.html](http://www.ascilite.org.au/conferences/adelaide96/papers21.html), diakses 26 Oktober 2001).
- Davis, G.B.. 1981. *Introduction to Computers*. Singapore: Chong Moh Offset Printing Pte, Ltd..
- Davis, W.S.. 1991. *Computing Fundamentals Concepts*. USA: Benjamin/Cummings Publishing Company Inc..
- Fuori, W.M. & Gioia, L.V.. 1991. *Computers and Information Processing*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Gerlach, V.S., dan Ely, D.P.. 1980. *Teaching and Media*. New Jersey: Prentice Hall, Inc..
- Gustafson, T.J.. 1985. *Microcomputer and Educational Administration*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc..
- Gutierrez, A., Jaime, A. dan Fortuny, J.M.. 1991. An Alternative Paradigm to Evaluate The Acquisition of The van Hiele Levels. *Journal for Research in Mathematics Education*. 22 (3): 237-257.
- Hamda. 1998. *Pengembangan Paket Pembelajaran Berbantuan Komputer Materi Pecahan Penyebut Berbeda untuk Murid Kelas IV SD laboratorium IKIP MALANG*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP MALANG.
- Hastuti, R.. 1997. *Pengajaran Matriks dengan Bantuan Komputer*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FPMIPA IKIP MALANG.
- Hope, G.R., Taylor, H.F., & Pusack. I.P.. 1984. *Using Computer in Teaching Foreign Language*. New Jersey: Prentice Hall Regents.
- Hudojo, H.. 1979. *Pengembangan Kurikulum Matematika dan Pelaksanaannya di Depan Kelas*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Hudojo, H.. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Dep. P dan K.

- Husnaeni. 2001. *Membangun Konsep Segitiga Melalui Penerapan Teori van Hiele Pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS UM.
- Info Komputer. 1989. Komputer, Sang Guru Privat. *Info Komputer*, III (6):22-23.
- Judd, D.H. dan Judd, R.C.. 1984. *Mastering The Micro: Using The Microcomputer in The Elementary School*. USA: Scott, Foresman and Company.
- Kahfi, M.S.. 2002. *Teknologi Komputer dalam Pembelajaran Matematika*. Disampaikan dalam Lokakarya Penggunaan Multimedia Komputer dalam Pembelajaran Matematika, di Jurusan Matematika FMIPA UM. Malang: 28-29 Juni 2002.
- Kaput, J.J. & Thompson, P.W.. 1994. Technology in Mathematics Education Research: The First 25 Years in The Journal for Research in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*. 25 (6): 676-684.
- Kho, R.. 1996. *Tahap Berpikir dalam Belajar Geometri Siswa-siswa Kelas II SMP Negeri I Abepura di Jayapura Berpandu pada Model van Hiele*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP Malang.
- Keyes, C.. 1997. *A Review of Research on General Mathematics Reseach*. (Online). ([Http://www.qsu.edu/~mstills/res_ck.htm](http://www.qsu.edu/~mstills/res_ck.htm), diakses 2 Pebruari 2002)
- Latuheru, J.D.. 1988. *Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar Masa Kini*. Jakarta: Depdikbud Dirjendikti P2LPTK.
- Lockard, J., Abrams, P.D. dan Many, W.A.. 1990. *Microcomputers for Educators, Second Edition*. USA: Harpes Collins Publisher.
- Longkutoy, J.J.. 1989. *Pengenalan Komputer*. Jakarta: Mutiara Sumber Media.
- Madja, M.S.. 1992. *Perancangan dan Implementasi Perangkat Ajar Geometri SMTA*. Tesis tidak diterbitkan. Jakarta: PPS UI.
- Mahmud, D.. 1989. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: P2LPTK.
- Min, V.H.. 1998. *Penerapan Pembelajaran Komputer oleh Guru SMUN Wilayah Kodya Malang*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FIP IKIP MALANG.
- Muser, E.L. & Burger, W.F.. 1994. *Mathematics for Elementary teachers: A Contemporary Approach, Third Edition*. New York: MacMillan Publishing Company.

- Nasution. 1988. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bina Aksara.
- NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Virginia: The NCTM, Inc..
- Olive, J.. 1991 Logo Programming and Geometry Understanding: An In-Depth Study. *Journal for Research in Mathematics Education*. 22 (2): 90-111.
- Orton, A.. 1992. *Learning Mathematics: Issues, Theory, and Classroom Practice, 2nd Edition*. London: Cassell.
- Purnomo, A.. 1999. *Penguasaan Konsep Geometri dalam Hubungannya dengan Teori Perkembangan Berpikir van Hiele pada Siswa Kelas II SLTP Negeri 6 Kodya Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP Malang.
- Ross, S.M.. 1986. *Basic Programming for Educators*. New Jersey: Prentice Hall.
- Ruseffendi. 1988a. *Pengajaran Matematika Modern dan Masa Kini untuk Guru dan SPG, Seri Pertama*. Bandung: Tarsito.
- Ruseffendi. 1988b. *Pengajaran Matematika Modern dan Masa Kini untuk Guru dan SPG, Seri Kedua*. Bandung: Tarsito.
- Sanders, D.H.. 1985. *Computers Today*. USA: McGraw-Hill. Inc..
- Santanapurba, H.. 2000. *Pemanfaatan Komputer dalam Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*. Makalah disampaikan pada Seminar Matematika HIMAPTIKA FKIP Unlam dan STKIP PGRI Banjarmasin. Banjarmasin, 6 Mei.
- Santosa. 1994. *Pengaruh Pengajaran Berbantuan Komputer Murni dan Pengajaran Campuran terhadap Prestasi Belajar Geometri bagi Siswa Kelas I Semester I SMA Negeri se-Kabupaten Malang Tahun Ajaran 1993/1994*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FPMIPA IKIP MALANG.
- Sasser, R.S.. 1990/1991. The Effects of Using Computer Tutorial as Homework Assignments in The Mathematics Achievement of Elementary Education Majors. *Journal of Computer in Mathematics and Science Teaching*. 10 (2):95-102.
- Schall, W.E., Leake, L. & Whitaker, D.R.. 1986. *Computer Education: Literacy & Beyond*. California: Wadsworth, Inc.

- Schoen, H.L. & Hallas, D.. 1993. Improving the General Mathematics Experience. Dalam Wilson Patricia S. (Ed). *Reseach Ideas for The Classroom: High Scholl Mathematics*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Sewell, D.F.. 1990. *New Tools for New Mind*. Great Britain: Harvester Wheatsheaf .
- Skemp, R.S. 1987. *The Psychology of Learning Mathematics*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Smaldino, S. & Thompson, C.. 1990. Infusion Science Software: Applying Gagne's Strategies. *Journal of Computer in Math and Science Teaching*. 9 (2):17-22.
- Smith, V.. Tanpa tahun. *Teaching Strategy Computer Assisted Istruction*. (Online) ([Http://www.auburn.edu/academic/education/eflt/cai.html](http://www.auburn.edu/academic/education/eflt/cai.html), diakses 2 Desember 2000).
- Soebari. 1998. *Pembelajaran Tutorial Luas Daerah Bangun Geometri dengan Komputer*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP MALANG.
- Soedjadi. 2000. *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia: Konstataasi Keadaan Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Jakarta: Dep. P dan K.
- Soulier, J.S.. 1988. *The Design and Development of Computer Based Instruction*. Massachusetts: Allyn and Bacon, Inc..
- Stair, R.M.. 1986. *Computers in Today's World*. Illinois: IRWIN.
- Sudarman. 2000. *Pengembangan Paket Pembelajaran Berbantuan Komputer Materi Luas dan Keliling Segitiga untuk Kelas V Sekolah Dasar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS UM.
- Suharjo. 1994. Penggunaan Komputer dalam Pengajaran. *Sumber Belajar*. I (1):43-53.
- Suharyanto. 1996. *Pengembangan Model Pengajaran Fisika Berbantuan Komputer di Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta*. Dalam Tim Basic Science LPTK (Eds). Proceeding Hasil Diseminasi Penelitian PMIPA LPTK Tahun Anggaran 1995/196 Bidang Kependidikan. Jakarta: Dep P&K.
- Sujono.1988. *Pengajaran Matematika untuk Sekolah Menengah*. Jakarta: P2LPTK.
- Sunardi. 2001. *Hubungan antara Usia, Tingkat Berpikir dan Kemampuan Siswa dalam Geometri*. Dalam prosiding Seminar Nasional Matematika "Peran Matematika Memasuki Milenium III". Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya. Surabaya, 2 Nopember.
- Suparno, P.. 2001. *Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget*. Yogyakarta: Kanisius.

- Susiswo. 1989. *Efektivitas Pengajaran Geometri Model van Hiele di SMP Swasta Kotamadya Malang Kelas II*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FPMIPA IKIP MALANG.
- Tutang. 2001. *Solusi 2000: Merakit & Memperbaiki Komputer Sendiri*. Jakarta: Medikom Pustaka Mandiri.
- Universitas Negeri Malang. 2000. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Malang: UM Press.
- Wilkinson, G.L.. 1984. *Media dalam Pembelajaran: Penelitian Selama 60 Tahun*. Diterjemah oleh Iskandar S.. Jakarta: Rajawali dan Pustekkom Dikbud.
- Widyandono, F.. 1995. *Pengembangan Belajar dengan Komputer (BDK) Mata Pelajaran PPKn untuk Kelas 1 Cawu 2 SLTA*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FIP IKIP MALANG.
- Widayati. 1997. *Pengajaran Trigonometri tentang Rumus-rumus Segitiga untuk Siswa SMU Kelas 1 Cawu II dengan Bantuan Komputer*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FPMIPA IKIP MALANG.
- Yohannes, R.S.. 1994. *Pengaruh Pengajaran Berbantuan Komputer terhadap Tingkat Kecemasan dan Prestasi Belajar Matematika*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP MALANG.