

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Disain Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimen dengan disain kelompok kontrol pretest-postes. Langkah awal untuk menentukan unit-unit eksperimen dilakukan dengan memilih sekolah, yang kemudian dibagi ke dalam tiga kategori berdasarkan peringkat sekolah dan selanjutnya dianggap sebagai plot utama. Berikutnya dilakukan pengkategorian pendekatan pembelajaran menjadi tiga kategori, dan tingkat kemampuan matematika umum siswa juga dikelompokkan menjadi tiga kategori. Dengan demikian disain eksperimen yang dipilih adalah seperti berikut ini.

A O X₁ O
A O X₂ O
A O O

Pada disain ini, setiap kelompok masing-masing diberi pretest (O), dan setelah diberi perlakuan diukur dengan post test (O). Sedangkan X₁, dan X₂ masing-masing merupakan perlakuan yaitu penggunaan pendekatan pembelajaran tidak langsung serta pendekatan gabungan. Sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya, kelas kontrol yang merupakan kelas konvensional pada penelitian ini disebut sebagai kelas dengan pendekatan langsung. Untuk melihat secara lebih mendalam pengaruh penggunaan kedua pendekatan tersebut terhadap hasil belajar siswa, maka dalam penelitian ini dilibatkan pula tiga faktor lain yaitu peringkat sekolah, Kemampuan Matematika Umum (KMU), dan perbedaan jender. Peringkat sekolah dibagi menjadi tiga kategori yaitu tinggi, sedang, dan rendah; faktor KMU dibagi menjadi tiga kategori yaitu tinggi, sedang, dan rendah; sedangkan faktor perbedaan jender terbagi menjadi laki-laki dan perempuan. Adapun analisis variansi yang digunakan adalah ANOVA dua

jalur. Dengan menggunakan model Weiner, maka desain penelitian ini dapat disajikan seperti di bawah ini.

**DESAIN PENELITIAN BERDASARKAN
PERINGKAT SEKOLAH DAN KEMAMPUAN MATEMATIKA UMUM**

PERINGKAT SEKOLAH	KEMAMPUAN MATEMATIKA UMUM (KMU)	PENDEKATAN PEMBELAJARAN		
		TDK LANGSUNG	GABUNGAN	LANGSUNG
TINGGI	TINGGI			
	SEDANG			
	RENDAH			
SEDANG	TINGGI			
	SEDANG			
	RENDAH			
RENDAH	TINGGI			
	SEDANG			
	RENDAH			

Catatan: Tingkatan KMU dikelompokkan secara normatif untuk masing-masing peringkat sekolah

**DESAIN PENELITIAN BERDASARKAN
PERINGKAT SEKOLAH DAN JENIS KELAMIN**

PERINGKAT SEKOLAH	JENIS KELAMIN	PENDEKATAN PEMBELAJARAN		
		TDK LANGSUNG	GABUNGAN	LANGSUNG
TINGGI	L			
	P			
SEDANG	L			
	P			
RENDAH	L			
	P			

**DESAIN PENELITIAN
BERDASARKAN PERINGKAT SEKOLAH**

PERINGKAT SEKOLAH	PENDEKATAN PEMBELAJARAN		
	TDK LANGSUNG	GABUNGAN	LANGSUNG
BAIK			
SEDANG			
KURANG			

**DESAIN PENELITIAN
BERDASARKAN KEMAMPUAN MATEMATIKA UMUM (KMU)**

KMU	PENDEKATAN PEMBELAJARAN		
	TDK LANGSUNG	GABUNGAN	LANGSUNG
TINGGI			
SEDANG			
RENDAH			

Catatan: KMU dikelompokan berdasarkan acuan patokan

B. Subyek Penelitian

Yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah siswa SLTP di Kota dan Kabupaten Bandung (serta kota-kota lainnya yang serupa). Karena penelitian ini melibatkan tiga SLTP yang masing-masing mewakili peringkat tinggi, sedang, dan rendah, maka pemilihan sampel dari ketiga sekolah tersebut dilakukan secara strata yaitu tiga kelas dari masing-masing sekolah yang dipilih secara acak menurut kelas. Sampel penelitian ini diambil dari kelas dua SLTP, dengan pertimbangan bahwa siswa kelas ini sudah lebih homogen dalam kemampuan dasarnya. Selain itu, pada bagian latar belakang telah dikemukakan bahwa hasil studi TIMSS 1999 yang dilakukan di kelas dua SLTP mengindikasikan bahwa siswa memiliki kelemahan dalam menjawab masalah-masalah matematika yang memuat penalaran matematik.

Data dalam penelitian ini berasal dari subyek sampel yang dipilih secara acak sebanyak 30 orang untuk setiap kelas, sehingga keseluruhannya menjadi 270 orang. Sementara itu, untuk pengelompokan siswa yang didasarkan pada tingkat Kemampuan Matematika Umum (KMU) melalui penilaian secara acuan patokan, dipilih masing-masing 30 orang secara acak untuk tiap tingkatan KMU (yaitu tinggi, sedang, dan rendah), sehingga keseluruhannya ada 90 orang. Tingkatan KMU siswa tersebut ditetapkan sebagai berikut: siswa yang memperoleh nilai 26 ke atas dikategorikan

memiliki tingkat KMU tinggi (nilai maksimum 32), siswa yang memperoleh nilai 20–25 dikategorikan memiliki tingkat KMU sedang, dan siswa yang memperoleh nilai di bawah 20 dikategorikan bertingkat KMU rendah.

Peringkat sekolah yang dimaksud dalam penelitian ini didasarkan pada nilai rata-rata ujian akhir yang diperoleh siswa dari masing-masing sekolah yang bersangkutan. Selain berkaitan dengan hasil ujian akhir, pada kenyataannya faktor tersebut juga berhubungan dengan kemampuan awal siswa serta proses pendidikan yang dilakukan. Tes KMU yang digunakan untuk pengelompokan siswa, juga berfungsi untuk memperkuat asumsi tentang faktor peringkat sekolah tersebut. Selain itu, berdasarkan hasil uji statistik pendahuluan terhadap data nilai yang diperoleh melalui Tes Matematika A (Tes yang dikembangkan berdasarkan materi ajar yang digunakan dalam penelitian) dan Tes Matematika B (Tes yang dikembangkan tidak berdasarkan materi ajar yang digunakan dalam penelitian), diperoleh kesimpulan bahwa respon siswa yang menjadi sampel penelitian ini berdistribusi normal serta memiliki kemampuan awal yang homogen. Hasil uji statistik mengenai hal tersebut secara lengkapnya disajikan pada Lampiran C.

C. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Nopember 2004 dengan rincian sebagai berikut.

- Januari – Maret 2004 : Tahap persiapan
- April – Mei 2004 : Pembelajaran (Pretes, pembelajaran, postes)
- Juni – Nop. 2004 : Pengolahan dan analisis data serta penulisan laporan

D. Pengembangan Instrumen

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi (KBMTT) yang mencakup dua bagian yaitu: (1)

Tes KBMTT yang terkait langsung dengan materi ajar (Tes Matematika A), dan (2) Tes KBMTT yang tidak terkait langsung dengan materi ajar (Tes Matematika B). Kedua jenis tes tersebut dikembangkan dengan tujuan untuk mengukur kemampuan berpikir matematik yang sama yaitu: kemampuan membuktikan aturan atau mengajukan jastifikasi atas suatu klaim yang diberikan; kemampuan memecahkan masalah tidak rutin; dan kemampuan menemukan pola serta mengajukan bentuk umum dari pola tersebut. Masing-masing jenis tes tersebut memuat empat buah soal. Soal-soal yang tercakup pada Tes Matematika A, dikembangkan berdasarkan konsep-konsep yang sudah dipelajari pada bahan ajar lingkaran serta konsep-konsep lain yang terkait langsung dengan bahan ajar tersebut sebagai materi prasyarat. Sementara soal-soal yang tercakup pada Tes Matematika B dikembangkan berdasarkan bahan ajar yang sudah dipelajari sebelum penelitian ini dilakukan.

Karena tujuan yang diukur melalui kedua tes tersebut berkaitan dengan hasil belajar berkategori tingkat tinggi, maka tipe soal yang dikembangkan berbentuk tes uraian. Hal ini sesuai dengan pendapat Fraenkel dan Wallen (1993, h.124) yang menyatakan bahwa tes berbentuk uraian sangat cocok untuk mengukur *higher level learning outcomes*.

Sebelum kedua tes tersebut digunakan, terlebih dahulu dilakukan uji validitas serta reliabilitas tes. Uji validitas yang berkenaan dengan isi dan wajah dilakukan melalui pertimbangan tujuh orang ahli dari Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Para penimbang tersebut berlatar belakang pendidikan S2 Matematika lulusan ITB (2 orang), UGM (3 orang), Unair (1 orang), dan S2 Pendidikan Matematika Deakin University Australia (1 orang). Mereka diminta untuk menimbang validitas isi 8 butir soal (4 dari Tes Matematika A dan 4 dari Tes Matematika B) berdasarkan: kesesuaian soal dengan tujuan yang ingin diukur, kesesuaian soal dengan kriteria berpikir matematik tingkat tinggi, kesesuaian soal dengan materi ajar SLTP kelas II, dan kesesuaian tingkat kesulitan soal dengan siswa SLTP kelas II. Hasil timbangan tersebut disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Hasil Pertimbangan Instrumen Tentang Validitas Isi

No. Soal	Penimbang						
	1	2	3	4	5	6	7
1A	1	1	1	1	1	1	1
2A	1	1	1	1	1	1	1
3A	1	1	1	1	1	1	1
4A	1	1	1	1	1	1	0
1B	1	1	1	1	1	1	1
2B	1	1	1	1	1	1	1
3B	1	1	1	1	1	1	1
4B	1	1	1	1	1	1	1

Keterangan: 1 berarti valid dan 0 tidak valid. Soal A dari Tes Mat. A, dan B dari Tes Mat. B

Hasil timbangan ahli yang disajikan pada Tabel 3.1, dianalisis menggunakan statistik Q-Cochran. Uji statistik tersebut digunakan dengan tujuan untuk mengetahui apakah para penimbang telah menimbang instrumen secara sama atau tidak. Hasil uji statistik tersebut disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Uji Q-Cochran Tentang Validitas Isi

Test Statistics	
N	8
Cochran's Q	6.000 ^a
df	6
Asymp. Sig.	.423

a. 1 is treated as a success.

Dari Tabel 3.2. terlihat bahwa signifikansi asimtotis 0,423 terlalu besar untuk taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ atau 1% . Harga statistik Q hasil perhitungan adalah 6,0 dan harga $\chi^2(0,05; 6) = 12,592$ atau $\chi^2(0,01; 6) = 16,812$. Karena nilai Q ternyata lebih kecil dari harga χ^2 tabel pada taraf signifikansi 5% maupun 1% , maka dapat disimpulkan bahwa para penimbang telah menimbang validitas isi tiap butir soal secara sama atau seragam.

Para penimbang juga diminta untuk menilai validitas muka 8 butir soal (4 dari Tes Matematika A dan 4 dari Tes Matematika B) berdasarkan: kejelasan sajian soal

dari sisi bahasa, dan kejelasan sajian soal dari gambarnya. Hasil timbangan tersebut disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Hasil Pertimbangan Instrumen Tentang Validitas Muka

No. Soal	Penimbang						
	1	2	3	4	5	6	7
1A	1	1	1	1	1	0	1
2A	1	1	1	1	1	1	1
3A	1	1	1	1	1	1	0
4A	1	1	1	1	1	1	1
1B	1	1	1	1	1	1	1
2B	1	1	1	1	1	1	1
3B	1	1	1	1	1	1	1
4B	1	1	1	1	1	1	1

Keterangan: 1 berarti valid dan 0 tidak valid. Soal A dari Tes Mat. A, dan B dari Tes Mat. B

Hasil timbangan ahli yang disajikan pada Tabel 3.3, dianalisis menggunakan statistik Q-Cochran. Uji statistik tersebut digunakan dengan tujuan untuk mengetahui apakah para penimbang telah menimbang instrumen secara sama atau tidak. Hasil uji statistik tersebut disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Uji Q-Cochran Tentang Validitas Muka

Test Statistics	
N	8
Cochran's Q	5,000 ^a
df	6
Asymp. Sig.	.544

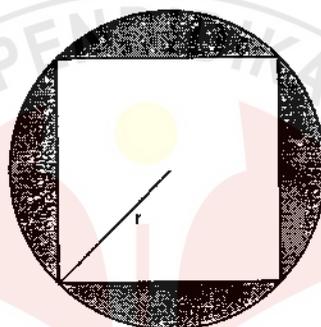
a. 1 is treated as a success.

Dari Tabel 3.4. terlihat bahwa signifikansi asimtotis 0,544 terlalu besar untuk taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ atau 1% . Harga statistik Q hasil perhitungan adalah 5,0 dan harga $\chi^2(0,05; 6) = 12,592$ atau $\chi^2(0,01; 6) = 16,812$. Karena nilai Q ternyata lebih kecil dari harga χ^2 tabel pada taraf signifikansi 5% maupun 1% , maka dapat

disimpulkan bahwa para penimbang telah menimbang validitas muka tiap butir soal secara sama atau seragam.

Walaupun dari hasil uji statistik tentang validitas isi disimpulkan bahwa para penimbang telah menimbang secara sama atau dengan kata lain instrumen dinyatakan memiliki validitas isi yang baik, akan tetapi karena penimbang 7 menyatakan bahwa soal 4A tidak valid, maka selanjutnya dilakukan peninjauan ulang terhadap soal tersebut. Secara lengkapnya soal 4A tersebut adalah sebagai berikut.

4. Perhatikan gambar di bawah ini, kemudian lengkapi tabel yang disediakan.



r	Luas lingkaran	Luas Persegi	Luas Daerah Arsiran	Keliling Persegi
1				
2				
3				

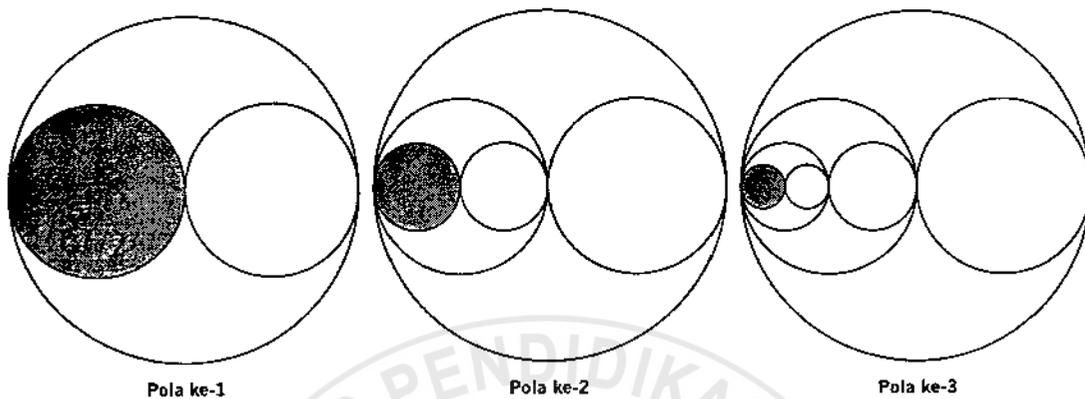
Berdasarkan tabel di atas,

- Tentukan sebuah aturan untuk mencari luas daerah yang diarsir.
- Tentukan sebuah aturan untuk mencari keliling persegi.

Soal tersebut dirancang dengan tujuan untuk mengukur kemampuan menemukan pola serta mengajukan bentuk umumnya. Menurut penimbang 7, walaupun bentuk umum dari pola dapat ditemukan siswa melalui pengisian tabel, akan tetapi tidak tertutup kemungkinan pola umum tersebut ditemukan secara langsung dari selisih rumus luas lingkaran dengan luas persegi. Dengan demikian, tidak ada jaminan

bahwa siswa menyusun bentuk umumnya dari pola yang ditemukan pada tabel. Untuk itu, peneliti memutuskan untuk mengganti soal tersebut dengan soal berikut ini.

4. Perhatikan gambar berikut ini.



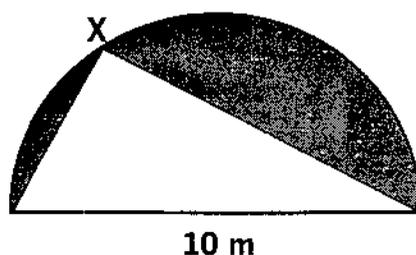
Ukuran diameter lingkaran terbesar dari masing-masing pola adalah sama. Diameter lingkaran yang diarsir pada pola pertama sama dengan setengah dari diameter lingkaran besar. Diameter lingkaran yang diarsir pada pola kedua sama dengan setengah dari diameter lingkaran luarnya yang lebih besar. Demikian seterusnya, sampai pola ke- n . Jika diameter lingkaran terbesarnya adalah 2 satuan,

- Tentukan luas daerah yang diarsir pada pola ke-1, pola ke-2, dan pola ke-3.
- Tentukan luas daerah yang diarsir pada pola ke- n !

Soal pengganti ini kemudian dikonfirmasi kembali kepada para penimbang untuk memperoleh penilaian mengenai validitas isi dan muka. Berdasarkan hasil penilaian tersebut dinyatakan bahwa soal tersebut adalah valid dari segi isi dan muka.

Dalam kaitannya dengan validitas muka, hasil uji statistik menyimpulkan bahwa para penimbang telah melakukan penilaian secara sama. Namun demikian, penimbang 6 beranggapan bahwa soal 1A dipandang tidak valid karena dimungkinkan terjadinya interpretasi yang berbeda mengenai posisi X. Untuk lebih jelasnya, dapat diperhatikan soal 1A berikut ini.

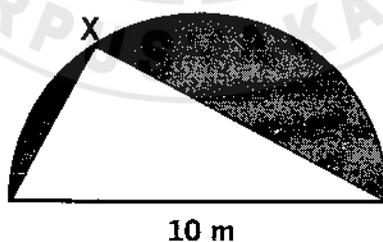
1. Sebidang tanah berbentuk setengah lingkaran seperti gambar di bawah ini.



Bagian yang diarsir rencananya akan dibuat menjadi dua kolam kecil dengan bagian daratan berbentuk segitiga. Tentukan posisi X (batas antara kedua kolam tersebut) agar luas daerah kedua kolam tersebut sekecil mungkin. Jelaskan jawabanmu dengan mengajukan alasan yang tepat!

Menurut penimbang 6, ada kemungkinan siswa mengambil posisi X di luar busur setengah lingkaran yang diketahui. Dengan demikian, perlu ditambahkan keterangan bahwa posisi X berada sepanjang busur setengah lingkaran. Selain itu, terdapat penimbang lain yang memberikan masukan mengenai soal ini. Walaupun penimbang tersebut menyatakan tidak ada masalah dalam hal validitas mukanya, akan tetapi diajukan saran agar pertanyaannya diuraikan sehingga lebih memberikan kejelasan bagi siswa khususnya dalam hal hubungan antara luas daerah yang diarsir dengan luas daerah segitiga. Berdasarkan pertimbangan ini, maka soal tersebut diubah menjadi seperti di bawah ini.

1. Sebidang tanah berbentuk setengah lingkaran seperti gambar di bawah ini.



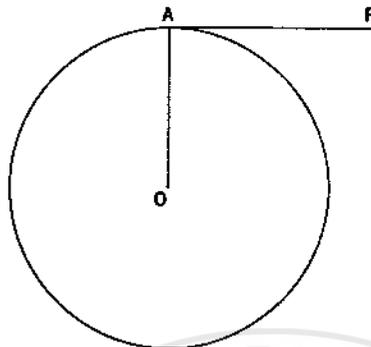
Bagian yang diarsir rencananya akan dibuat menjadi dua kolam kecil dengan bagian daratan berbentuk segitiga.

- Tentukan hubungan antara luas daerah setengah lingkaran, luas daerah yang diarsir, dan luas daerah segitiga!
- Tentukan posisi X (batas antara kedua kolam tersebut yang terletak sepanjang busur setengah lingkaran) agar luas daerah kedua kolam tersebut sekecil mungkin. Jelaskan jawabanmu dengan mengajukan alasan yang tepat!



Soal lain yang dipandang tidak memiliki validitas muka yang baik oleh salah seorang penimbang adalah soal 3A. Soal tersebut adalah sebagai berikut.

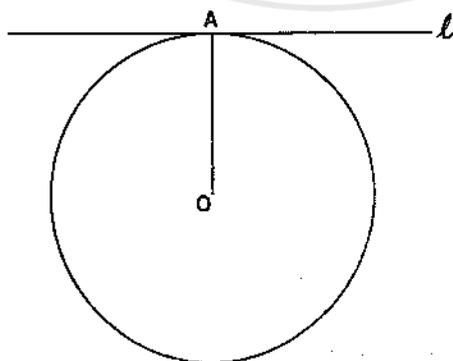
3. Perhatikan gambar di bawah ini.



- (a) Lukislah garis yang tegak lurus OA di O sehingga memotong lingkaran di dua titik. Namai titik potong sebelah kanan dengan B.
- (b) Lukislah garis tegak lurus OB di titik B sehingga memotong garis AP. Titik potongnya diberi nama C.
- (c) Buktikan bahwa garis OA tegak lurus AP!

Menurut penimbang 7, garis AP perlu dinyatakan secara eksplisit sebagai garis singgung terhadap lingkaran di titik A. Dengan demikian, yang perlu dibuktikan menjadi lebih jelas yaitu ketegaklurusan garis singgung tersebut terhadap jari-jari OA. Berdasarkan pertimbangan ini, maka soal tersebut direvisi menjadi seperti di bawah ini.

3. Perhatikan gambar di bawah ini.



- (a) Lukislah garis yang tegak lurus OA di O sehingga memotong lingkaran di dua titik. Namai titik potong sebelah kanan dengan B.

- (b) Lukislah garis tegak lurus OB di titik B sehingga memotong garis ℓ di C.
 (c) Buktikan bahwa garis ℓ tegak lurus OA!

Setelah dilakukan uji validitas isi dan muka, serta revisi terhadap beberapa soal sesuai masukan para penimbang, selanjutnya dilakukan ujicoba dengan subyek siswa SLTP kelas III. Pengambilan subyek tersebut dilakukan dengan pertimbangan bahwa semua prasyarat yang diperlukan untuk menyelesaikan soal-soal yang tersedia sudah dimiliki oleh siswa SLTP kelas III. Berdasarkan hasil ujicoba ini selanjutnya dilakukan pengujian reliabilitas instrumen dengan menggunakan statistik *Cronbach-alpha*. Statistik ini digunakan untuk menguji konsistensi internal (*internal consistency*) instrumen dengan sistem penilaian yang tidak bersifat dikotomis (Kaplan dan Saccuzzo, 1989). Berikut adalah data nilai hasil ujicoba instrumen dari 43 orang siswa (Tabel 3.5).

Tabel 3.5. Data Hasil Ujicoba Instrumen

Subyek	Nilai Tes Matematika A	Nilai Tes Matematika B	Subyek	Nilai Tes Matematika A	Nilai Tes Matematika B
1	20	14	23	45	55
2	33	22	24	16	20
3	32	24	25	27	25
4	15	19	26	40	28
5	50	60	27	9	15
6	27	25	28	22	12
7	28	14	29	36	20
8	7	14	30	20	25
9	14	12	31	23	24
10	33	10	32	31	12
11	20	10	33	47	54
12	50	58	34	14	16
13	33	47	35	18	10
14	35	25	36	72	95
15	30	19	37	46	85
16	37	52	38	58	45
27	32	42	39	33	20
18	27	33	40	62	45
19	12	25	41	27	24
20	35	45	42	45	24
21	34	20	43	45	62
22	31	42			

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan statistik tersebut, diperoleh nilai koefisien alpha sebesar 0,837. Nilai alpha ini tergolong baik karena jika mengacu pada kriteria yang diajukan Kaplan dan Saccuzzo (1989, h.110), koefisien reliabilitas alpha sebesar 0,7 sampai 0,8 tergolong cukup baik untuk sebuah instrumen penelitian. Dengan demikian, instrumen ujicoba memiliki reliabilitas yang tergolong baik sehingga dapat digunakan dalam penelitian.

Selain instrumen utama yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi siswa, telah digunakan instrumen lain dengan tujuan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan kemampuan matematikanya secara umum (KMU). Instrumen tersebut memuat 30 soal pengetahuan siap matematika yang mencakup bidang aljabar, geometri, pengukuran, dan statistika atau data (soal lengkapnya terdapat pada Lampiran B). Soal-soal dalam instrumen tersebut semuanya merupakan hasil adaptasi dari soal-soal TIMSS (*the Third International Mathematics and Science Studies*) tahun 1999. Penggunaan instrumen yang berasal dari TIMSS tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa soal-soalnya cukup bervariasi baik dilihat dari tingkat kesulitan maupun materinya. Selain itu, soal-soal TIMSS sudah melalui proses ujicoba sehingga memiliki validitas serta reliabilitas yang dapat diandalkan.

E. Sistem Penskoran

Untuk memperoleh data yang didasarkan hasil penilaian secara obyektif, maka diperlukan sistem penskoran yang proporsional untuk tiap soal dari masing-masing jenis tes. Untuk Tes Matematika A, sistem penskorannya ditetapkan sebagai berikut.

Nomor Soal	Rincian Nilai	Nilai Total
1	Nilai maksimum bagian (a) 10, dan bagian (b) 15	25
2	Menggambar segitiga bernilai 5; menentukan luas juring bernilai 7,5; menentukan luas segitiga bernilai 7,5; menentukan luas daerah yang diarsir bernilai 5	25
3	Nilai maksimum bagian (a) 2,5; bagian (b) 2,5; dan bagian (c) 20	25
4	Nilai maksimum bagian (a) 9, dan bagian (b) 16	25
Nilai Total		100

Untuk Tes Matematika B, sistem penskorannya ditetapkan sebagai berikut.

Nomor Soal	Rincian Nilai	Nilai Total
1	Mengidentifikasi segitiga DPQ dan CQB bernilai 5; menunjukkan jumlah sudut DQP dan sudut CQB bernilai 10; menunjukkan besar sudut PQB bernilai 10.	25
2	Menetapkan bahwa yang harus ditunjukkan adalah besar sudutnya, bernilai 10; menunjukkan besar sudut 60° bernilai 7,5; menunjukkan besar sudut 60° lainnya bernilai 7,5	25
3	Menunjukkan $AS = CR = 1$ bernilai 5; menunjukkan jumlah luas APS dan CRQ adalah 1, bernilai 10; menunjukkan luas BPQ bernilai 10	25
4	Bagian (a) bernilai 5; bagian (b) bernilai 5; bagian (c) bernilai 7,5; bagian (d) bernilai 7,5	25
Nilai Total		100

F. Bahan Ajar

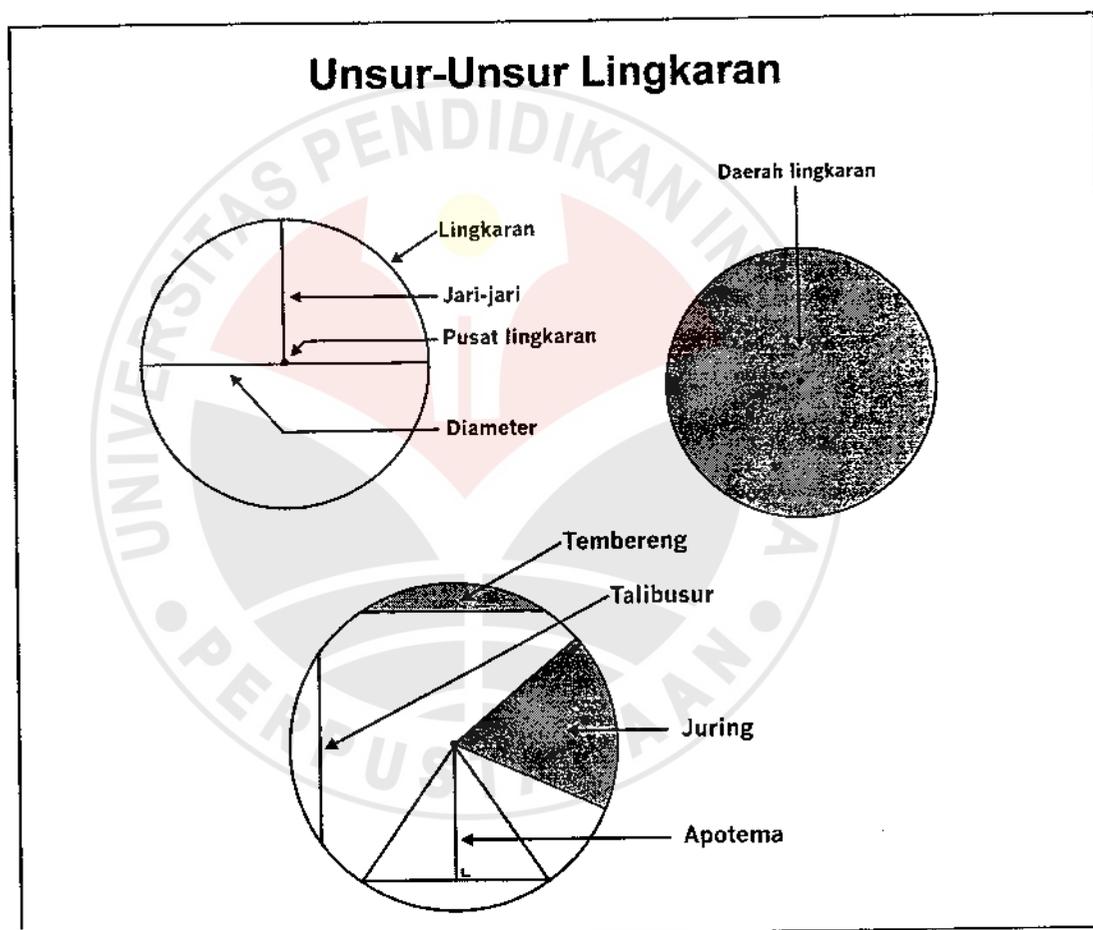
Bahan ajar merupakan bagian yang sangat penting dari suatu proses pembelajaran secara keseluruhan. Karena penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi siswa, maka bahan ajar yang digunakan

didisain secara khusus sesuai dengan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Seperti telah diungkapkan sebelumnya, bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini lebih bersifat tidak langsung. Dengan kata lain, siswa memiliki peran yang sangat besar dalam upaya memahami konsep, mengembangkan prosedur, menemukan prinsip, serta menerapkan konsep, prosedur, dan prinsip tersebut dalam penyelesaian masalah yang diberikan. Sementara itu, peran utama guru lebih bersifat sebagai fasilitator yang harus senantiasa memfasilitasi setiap perkembangan yang terjadi pada diri siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini didesain agar siswa mampu menemukan konsep, prosedur, prinsip, serta mampu menerapkannya dalam menyelesaikan masalah yang diberikan.

Menurut pendapat Kilpatrick, Swafford, dan Findell (2001), terdapat lima kompetensi matematik yang bersifat saling terkait satu dengan lainnya (*intertwine*). Kelima kompetensi tersebut adalah: (1) pemahaman konsep (pemahaman konsep, operasi, dan relasi), (2) kelancaran berprosedur (kemampuan menerapkan prosedur secara fleksibel, akurat, efisien, dan tepat), (3) kompetensi stratejik (kemampuan untuk memformulasikan, merepresentasikan, serta menyelesaikan masalah matematik), (4) penalaran adaptif (kapasitas untuk berpikir secara logis, melakukan refleksi, menjelaskan, dan mengajukan jastifikasi), dan (5) disposisi produktif (kemampuan untuk senantiasa melihat matematika secara positif, bermanfaat, serta bermakna). Bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan sedemikian rupa sehingga siswa dimungkinkan mencapai kompetensi matematik yang relevan dengan materi yang dipelajari. Selain itu, fokus pengembangan bahan ajar diarahkan agar kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi siswa seperti kemampuan pemecahan masalah tidak rutin, membuktikan atau mengajukan

jastifikasi, serta menemukan pola dan mengajukan bentuk umumnya dapat berkembang dengan baik.

Secara umum, bahan ajar yang dikembangkan memiliki dua sifat yakni informatif dan noninformatif. Bahan ajar yang bersifat informatif disajikan secara langsung tanpa melalui pengolahan dalam aktivitas pembelajaran. Dalam penelitian ini, bahan tersebut tidaklah banyak sehingga dapat diberikan secara langsung pada awal pembelajaran. Bahan tersebut adalah sebagai berikut.



Bahan ajar yang tidak bersifat informatif dikemas dalam bentuk sajian masalah yang memuat tuntutan untuk berpikir dan beraktivitas sehingga mengarah pada pengembangan kompetensi matematik serta kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi siswa. Sebagai contoh, melalui serangkaian masalah yang diajukan pada bahan

ajar berjudul Lingkaran Luar Segitiga (Lampiran A) siswa diarahkan untuk mampu menemukan prosedur melukis lingkaran luar sebuah segitiga, dapat menggunakannya, mampu memecahkan masalah tidak rutin yang didasarkan pada prosedur yang ditemukan, serta mampu mengajukan justifikasi atas suatu kesimpulan yang telah dibuat. Agar siswa mampu menerapkan kompetensi matematik yang sudah dipelajari pada permasalahan sehari-hari, sebagian bahan ajar dirancang secara kontekstual yaitu pada bahan berjudul Ayunan, Lebar Penampang Permukaan Air, dan Lintasan Pelayaran Berbahaya. Bahan ajar lainnya disajikan dalam bentuk masalah matematika bersifat tidak rutin. Sajian masalah seperti itu dimaksudkan agar siswa terbiasa melakukan aksi mental integratif yang melibatkan berbagai pengetahuan serta pengalaman, baru maupun lama, sehingga proses terbentuknya obyek-obyek mental yang mengarah pada pembentukan skema baru dapat terdorong secara efektif.

G. Pendekatan Pembelajaran

Ada dua pendekatan yang digunakan dalam kelas-kelas eksperimen yaitu pendekatan tidak langsung serta gabungan pendekatan langsung dan tidak langsung (pendekatan gabungan). Sepengetahuan peneliti, kedua pendekatan tersebut sampai saat ini belum ada yang menggunakannya dalam penelitian pendidikan matematika di Indonesia.

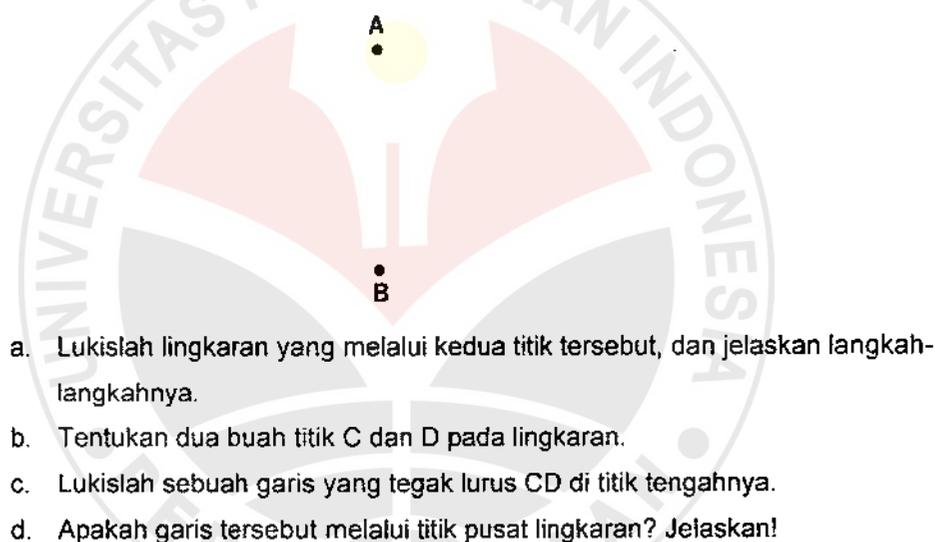
1. Pembelajaran dengan Pendekatan Tidak Langsung

Sebagaimana telah diungkapkan pada bab pertama, bahwa pendekatan pembelajaran tidak langsung adalah suatu pendekatan yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran, serta guru sebagai fasilitator. Dalam pendekatan ini, guru tidak secara langsung menyampaikan konsep, prosedur, atau prinsip kepada siswa melainkan melalui pengembangan strategi tertentu sehingga siswa mampu menemukan sendiri konsep, prosedur, atau prinsip tersebut melalui serangkaian

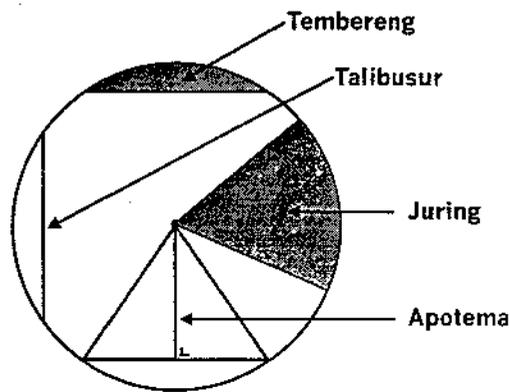
aktivitas pembelajaran. Secara lebih jelasnya, pendekatan tidak langsung yang digunakan dalam penelitian ini dapat terlihat dari tiga hal yaitu sajian bahan ajar, pola interaksi kelas, dan model intervensi yang dilakukan guru.

Sajian bahan ajar dirancang sedemikian rupa sehingga siswa tidak dapat secara langsung memperoleh informasi mengenai konsep, prosedur, atau prinsip melainkan harus melalui rangkaian aktivitas pemecahan masalah matematik baik secara individu maupun kelompok. Sebagai contoh, agar siswa mampu menemukan prosedur melukis lingkaran melalui tiga titik yang diketahui, kepada siswa dihadapkan rangkaian tugas matematik berikut.

Titik A dan B terletak pada sebuah lingkaran.

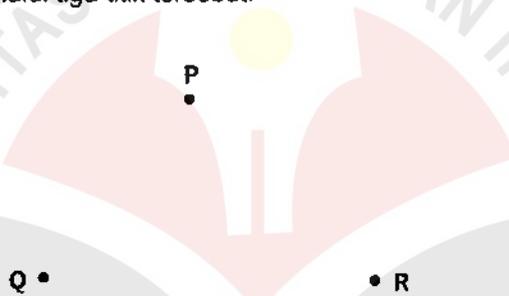
- 
- Lukislah lingkaran yang melalui kedua titik tersebut, dan jelaskan langkah-langkahnya.
 - Tentukan dua buah titik C dan D pada lingkaran.
 - Lukislah sebuah garis yang tegak lurus CD di titik tengahnya.
 - Apakah garis tersebut melalui titik pusat lingkaran? Jelaskan!

Dengan mengerjakan rangkaian soal tersebut, siswa diharapkan dapat menemukan bahwa melalui dua titik yang diketahui, dapat ditentukan sebuah talibusur. Melalui talibusur tersebut selanjutnya dapat ditentukan sebuah garis yang melalui titik pusat lingkaran. Untuk sampai pada kesimpulan bahwa garis yang tegak lurus lingkaran tersebut melalui titik pusat lingkaran, siswa diharapkan menggunakan pengetahuan sebelumnya yang diperoleh pada awal pembelajaran lingkaran yaitu melalui sajian materi dalam bentuk gambar berikut ini.

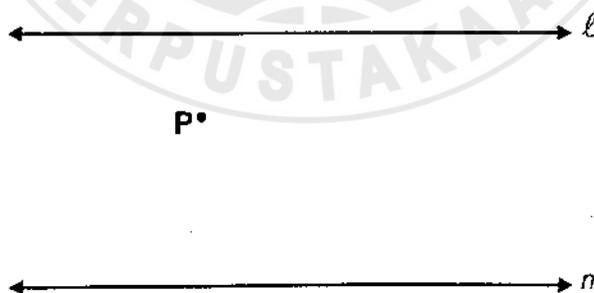


Setelah siswa memperoleh kesimpulan yang tepat, selanjutnya mereka diminta mengerjakan soal lain yang melibatkan tiga titik, misalnya sebagai berikut.

1. Diketahui tiga buah titik P, Q, dan R seperti gambar di bawah ini. Lukislah sebuah lingkaran yang melalui tiga titik tersebut.



2. Lukislah sebuah lingkaran yang memuat titik P serta menyinggung garis ℓ dan m .
Garis ℓ dan m adalah dua garis sejajar.



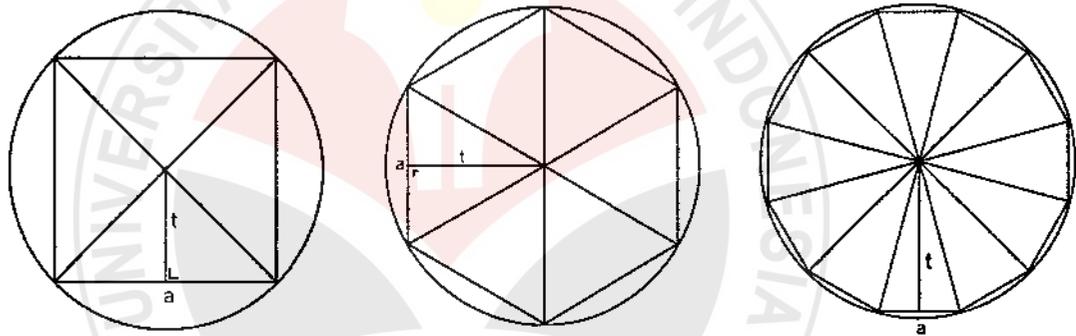
Untuk soal pertama, siswa diharapkan bisa menentukan titik pusat lingkaran dengan menggunakan dua talibusur yang dapat ditentukan melalui dua pasangan titik. Sedangkan untuk soal kedua, titik yang diketahui baru satu buah yaitu P. Dua titik

lainnya yang merupakan titik singgung lingkaran dengan garis ℓ dan m tidak dinyatakan secara eksplisit. Karena soal ini lebih bersifat tidak rutin, maka apabila siswa mengalami kesulitan untuk menerapkan pengetahuan mereka pada pemecahan soal ini, guru dapat menggunakan tektik *scaffolding* antara lain dengan mengajukan pertanyaan atau mengajukan *hints*.

Belajar menemukan juga dilakukan pada materi yang berkenaan dengan aturan bersifat umum atau rumus. Sebagai contoh, untuk dapat menemukan rumus luas daerah lingkaran, siswa dihadapkan pada masalah seperti berikut ini.

Luas Daerah Lingkaran

Tentukan luas segi-n beraturan di bawah ini, kemudian isilah tabel yang disediakan.



Segi-n	Luas Daerah Segi-n
Segi-4	
Segi-6	
Segi-12	
Segi-24	

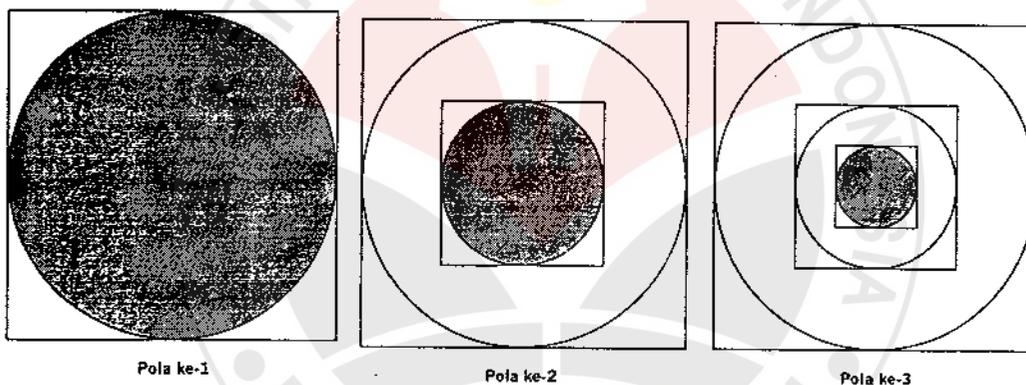
- Secara umum, luas daerah segi-n adalah ...
- Jika n semakin besar, maka:
 - t semakin mendekati ...
 - Keliling segi-n semakin mendekati ...
- Berdasarkan jawaban 1 dan 2, maka luas daerah lingkaran adalah $L = \dots$

Dengan pengetahuan yang sudah dimiliki seperti luas daerah segitiga, keliling lingkaran, dan keliling segi-n beraturan, siswa diharapkan akan mampu menemukan rumus luas daerah lingkaran sesuai dengan yang diharapkan. Jika dalam prosesnya ternyata siswa menemukan kesulitan, maka guru dapat membantu mereka melalui intervensi yang bersifat tidak langsung.

Selain berkaitan dengan belajar menemukan aturan atau rumus yang bersifat baku, siswa juga dihadapkan pada permasalahan yang memuat tuntutan untuk mengajukan generalisasi atau bentuk umum berdasarkan pola yang ditemukan. Contoh untuk hal ini antara lain diberikan melalui masalah berikut.

Pola Luas Lingkaran

Perhatikan gambar berikut ini.



Ukuran persegi terluar dari masing-masing pola adalah sama. Luas daerah persegi luar lingkaran yang diarsir pada pola kedua adalah seperempat dari luas persegi besar. Luas daerah persegi luar lingkaran yang diarsir pada pola ketiga adalah seperenambelas dari luas persegi besar. Jika pola tersebut dilanjutkan dan luas daerah persegi terbesarnya adalah 1 satuan luas, tentukan luas daerah lingkaran yang diarsir pada pola ke- n .

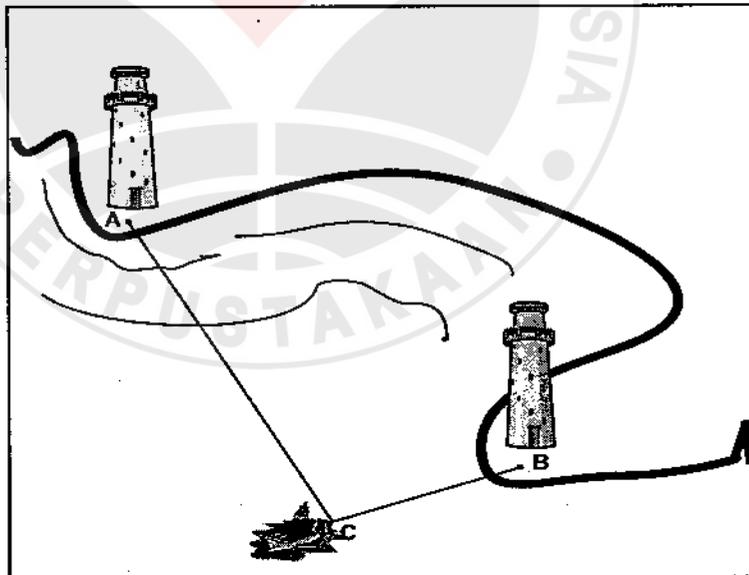
Untuk bisa mengajukan bentuk umum dari pola luas lingkaran tersebut, diperlukan prasyarat utama berupa pengetahuan tentang luas daerah lingkaran dan persegi. Dengan menguasai prasyarat tersebut, siswa diharapkan mampu menentukan ukuran jari-jari lingkaran pada setiap pola sehingga pada akhirnya dapat digunakan untuk menentukan luas daerah lingkaran pada pola tertentu.

Sebagian permasalahan yang dihadapkan kepada siswa, dikemas dalam bentuk soal yang bersifat kontekstual. Hal tersebut antara lain dapat dijumpai pada sajian masalah berikut ini, yang dapat diberikan setelah siswa belajar tentang sifat-sifat sudut pada lingkaran khususnya mengenai sudut keliling lingkaran.

Lintasan Pelayaran Berbahaya

Pada gambar di bawah ini terdapat dua menara yang sengaja dibangun sebagai tanda bahaya bagi para pelaut yang akan melewati kawasan tersebut. Para Nakhoda sudah mengetahui bahwa daerah bahaya ada di antara kedua menara tersebut yaitu di daerah dalam lingkaran dengan diameter AB. Gambar di bawah ini menunjukkan sebuah kapal yang berada dikawasan berbahaya tersebut. Setelah navigator melakukan pengukuran sudut yang dibentuk titik A, B, dan posisi kapal, didapat sudut ACB yang ternyata lebih besar dari batas sudut aman yang diperbolehkan. Untuk itu, navigator segera memerintahkan agar arah kapal segera diubah.

- Bagaimana navigator sampai pada kesimpulan bahwa posisi kapal ada pada kawasan berbahaya? Jelaskan jawabanmu!
- Tentukan lintasan kapal di sekitar kedua menara tersebut agar berada pada kawasan aman.

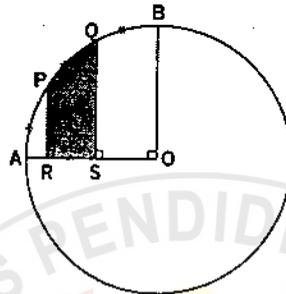


Agar siswa memiliki kemampuan untuk menerapkan pengetahuannya, baik pengetahuan yang baru dipelajari maupun pengetahuan sebelumnya, kepada mereka

juga dihadapkan masalah tidak rutin yang memuat tuntutan untuk melakukan proses berpikir cukup kompleks. Salah satu contoh masalah yang digunakan dalam pembelajaran misalnya sebagai berikut.

Luas Daerah Arsiran Pada Lingkaran

Perhatikan gambar di bawah ini. Jika busur AP, PQ, dan QB berukuran sama serta jari-jari lingkaran ukurannya 6 cm, tentukan luas daerah yang diarsir.



Melalui penyelesaian masalah ini siswa dimungkinkan untuk dapat menerapkan berbagai pengetahuan sebelumnya terutama yang berkenaan dengan juring dan tembereng lingkaran, serta sifat-sifat segitiga. Selain itu mereka dituntut untuk bisa menghubungkan pengetahuan tersebut sehingga akhirnya sampai pada penentuan luas daerah yang diarsir.

Berdasarkan teori APOS yang berbasis pandangan konstruktivisme, untuk mengembangkan obyek-obyek mental baru diperlukan adanya stimulus yang berfungsi untuk mendorong terjadinya aksi mental baik pada awal maupun pada proses pembelajaran selanjutnya. Model sajian bahan ajar seperti tergambar dalam beberapa contoh di atas dikembangkan dengan berlandaskan pada kerangka kerja teori ini. Melalui sajian seperti itu diharapkan terjadi aksi-aksi mental berkelanjutan secara produktif, baik pada tahapan proses pencapaian perkembangan aktual maupun potensial siswa. Pada proses pencapaian perkembangan aktual, siswa didorong bekerja secara individual melalui aktivitas pemecahan masalah, sedangkan pada pencapaian

perkembangan potensial, mereka didorong melalui intervensi tidak langsung baik dalam bentuk interaksi antar komunitas belajar maupun dengan teknik *scaffolding*.

Seperti sudah dinyatakan sebelumnya bahwa pendekatan pembelajaran tidak langsung yang digunakan dalam penelitian ini menyangkut tiga hal yakni model sajian bahan ajar, pola interaksi, dan model intervensi guru. Pola interaksi yang didasarkan pada teori belajar dari Vygotsky pada prinsipnya menganut pandangan bahwa dalam proses belajar, siswa harus terlibat secara aktif. Dalam pembelajaran matematika, tentu saja aktivitas siswa tersebut lebih bersifat mental. Namun demikian, dalam prosesnya aktivitas mental tersebut dapat diekspresikan dalam bentuk-bentuk yang bisa diamati baik secara oral maupun tertulis. Dengan demikian, pola interaksi dalam proses pembelajaran dapat dirancang sedemikian rupa sehingga setiap siswa mampu mengekspresikan aktivitas mentalnya yang memungkinkan terjadinya interaksi di antara anggota komunitas kelas. Bentuk-bentuk interaksi yang terjadi antara lain bisa berbentuk diskusi kelompok, diskusi kelas, tanya-jawab, pengajuan argumentasi, atau eksplanasi. Kegiatan-kegiatan seperti itu dipandang penting untuk dilakukan karena, setelah siswa melakukan aktivitas mental tertentu serta mampu mencapai suatu tahapan pemahaman, mereka perlu diberi kesempatan untuk melakukan refleksi atas apa yang telah dicapainya sehingga memungkinkan diperolehnya stimulus baru yang dapat mendorong terjadinya aktivitas mental lanjutan.

Proses perubahan dari tahapan perkembangan aktual ke perkembangan potensial bisa terjadi sebagai akibat adanya interaksi antara individu dengan individu lain yang mempunyai kemampuan lebih. Dalam proses pembelajaran, individu lain yang memiliki kemampuan lebih tersebut bisa merupakan siswa lain dari anggota komunitas kelas atau guru. Dengan demikian, guru memegang peranan yang sangat penting dalam menciptakan intervensi yang memungkinkan terjadinya proses perubahan kemampuan pada diri siswa secara optimal. Dalam penelitian ini,



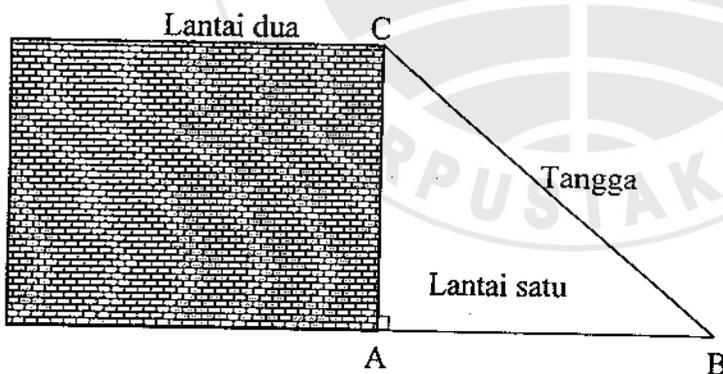
intervensi tersebut lebih bersifat tidak langsung sehingga menjadi stimulus lanjutan yang dapat mendorong terjadinya aktivitas mental selanjutnya. Intervensi guru tersebut terutama dirancang dalam bentuk pengajuan *hints* atau pertanyaan yang disajikan melalui teknik *scaffolding*.

Aspek-aspek pembelajaran menyangkut bahan ajar, pola interaksi, serta model intervensi guru selanjutnya dijabarkan dalam pembelajaran yang pada awalnya dirancang dengan skenario yang meliputi hal berikut: apersepsi, penyajian masalah, kerja individual, diskusi kelompok atau berpasangan, dan diskusi kelas yang dihiri pengambilan kesimpulan. Berikut adalah contoh langkah-langkah pembelajaran yang dilakukan.

Langkah-Langkah Pembelajaran

Untuk memotivasi serta memunculkan inspirasi bagi siswa, awal pembelajaran didahului dengan mengajukan suatu konteks permasalahan misalnya sebagai berikut.

Seorang ahli bangunan akan mengkonstruksi sebuah tangga dari lantai satu ke lantai dua seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

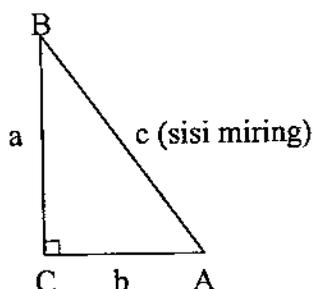


Ahli bangunan tersebut hanya mengetahui ukuran dari A ke B dan dari A ke C. Dapatkah kamu membantu menentukan panjang tangga tanpa melakukan pengukuran secara langsung?

Setelah siswa memahami konteks permasalahan yang diajukan, selanjutnya diberikan lembar kegiatan berikut.

Lembar Kegiatan Siswa

Melalui kegiatan berikut ini kalian diharapkan dapat menemukan hubungan antara sisi-sisi a , b , dan c pada sebuah segitiga siku-siku seperti di bawah ini.



1. Lukislah sebuah segitiga siku-siku dengan panjang masing-masing sisi a , b , dan c berturut-turut adalah 3 cm, 4 cm, dan 5 cm.
2. Gambarlah tiga buah persegi yang masing-masing bersisi 3 cm, 4 cm, dan 5 cm sehingga salah satu sisi-sisinya membentuk segitiga yang sudah kamu gambar tadi.
3. Berapakah luas daerah masing-masing persegi tersebut?
4. Carilah hubungan antara luas daerah ketiga persegi tersebut!
5. Dengan cara yang sama seperti yang dilakukan pada pertanyaan 1-4, dapatkan kamu menemukan hubungan antara luas persegi yang dibentuk oleh sisi-sisi sebuah segitiga siku-siku dengan masing-masing sisinya 6, 8, dan 10?
6. Dalam sebuah segitiga siku-siku dengan sisi-sisi a , b , dan c (c sisi miring), dapatkan kamu mengajukan sebuah kesimpulan tentang hubungan antara a , b , dan c ?

Pada 15 menit pertama, lembar kegiatan tersebut dikerjakan secara individual. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan kesempatan bagi masing-masing siswa menelaah persoalan-persoalan yang diajukan. Selanjutnya, selama kurang lebih 25 menit siswa diminta bekerja secara berkelompok (setiap kelompok bisa terdiri atas dua orang atau empat orang). Melalui kerja kelompok ini diharapkan terjadi interaksi antar siswa sehingga ide-ide atau pemikiran-pemikiran yang berkembang pada

masing-masing siswa dapat terakumulasi dalam kelompok. Selama kerja kelompok dilakukan, guru berperan sebagai fasilitator sehingga memungkinkan terjadinya proses belajar secara optimal. Intervensi yang dilakukan guru dilakukan secara tidak langsung, yakni, guru tidak melakukan penjelasan secara langsung atas permasalahan atau pertanyaan-pertanyaan yang diajukan siswa, melainkan melalui penerapan teknik *scaffolding*. *Scaffolding* adalah suatu teknik memberi bantuan kepada siswa manakala mereka terlibat dalam pemecahan masalah dengan tingkat kesulitan di atas kemampuannya. Cara memberi bantuan tersebut dilakukan tahap demi tahap antara lain berupa pengajuan pertanyaan yang lebih terfokus pada masalah yang dihadapi siswa, mengajukan *hints* sesuai dengan masalah yang dihadapi, mengajak siswa untuk mempertimbangkan berbagai pendapat yang berkembang, dan memotivasi siswa untuk memfokuskan perhatian pada hal utama atau permasalahan utama yang dihadapi.

Pada saat berkeliling sambil memperhatikan apa yang terjadi pada masing-masing kelompok, guru sekaligus melakukan evaluasi antara lain dengan mengidentifikasi hal-hal berikut:

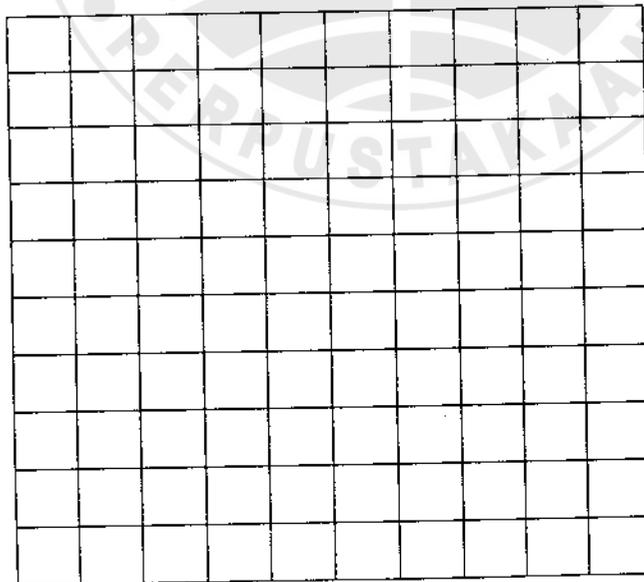
1. Pertanyaan mana yang dianggap sulit oleh siswa.
2. Kelompok mana yang berhasil dengan baik menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan.
3. Apakah jawaban-jawaban siswa bervariasi secara signifikan? Ada berapa macam jawaban (strategi penyelesaian) berbeda tersebut?
4. Kelompok atau siswa mana yang kemungkinan bisa memberikan penjelasan tentang hasil diskusi kelompok kepada seluruh siswa.

Setelah guru mempertimbangkan bahwa jawaban-jawaban yang diberikan siswa sudah cukup memadai untuk pengambilan kesimpulan akhir, maka pada sekitar 25 menit berikutnya, siswa dari perwakilan kelompok tertentu diminta untuk menyajikan penyelesaiannya di depan kelas. Hal ini dilakukan dengan tujuan antara

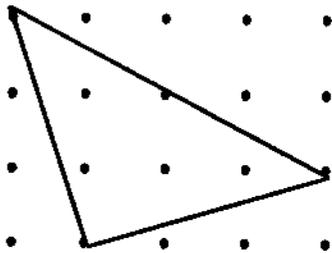
lain untuk meningkatkan rasa percaya diri dan keberanian, memungkinkan terjadinya tukar pengalaman sehingga pengetahuan siswa menjadi relatif merata. serta untuk terjadinya proses refleksi pada masing-masing siswa. Melalui kegiatan seperti itu, diharapkan terjadi proses peningkatan pemahaman baik bagi siswa yang menjelaskan di depan kelas maupun bagi siswa lainnya. Dengan memberikan penjelasan kepada orang lain, maka siswa yang tampil di depan kelas rasa percaya diri serta pemahamannya kemungkinan besar akan semakin meningkat. Sementara dengan ditampilkannya jawaban siswa lain (mungkin jawabannya bervariasi) di depan kelas, maka setiap siswa akan memperoleh pengayaan pemahaman. Dan bagi siswa yang pada akhir diskusi kelompok belum sempat menyelesaikan jawabannya secara tuntas, pada ahirnya akan memperoleh pengetahuan yang sama seperti siswa lainnya dari kelompok yang berhasil.

Untuk lebih meningkatkan pemahaman siswa tentang penggunaan teorema Pythagoras, selanjutnya diberikan beberapa soal atau pertanyaan, misalnya sebagai berikut:

1. Pada gambar berpetak satuan di bawah ini, gambarlah tiga segmen garis yang panjangnya $\sqrt{13}$, $\sqrt{25}$, dan $\sqrt{20}$ satuan.



2. Jarak antar titik terdekat pada tiap baris dan kolom dari gambar di bawah ini masing-masing adalah 1 satuan. Tentukan luas dan keliling segitiga siku-siku pada gambar tersebut!



2. Pembelajaran dengan Pendekatan Gabungan

Dilihat dari bahan ajar serta aspek pendekatan tidak langsungnya, maka pendekatan ini pada dasarnya hampir sama dengan pendekatan tidak langsung. Dengan demikian, sajian bahan ajar serta model intervensi tidak langsung seperti yang diterapkan pada pendekatan tidak langsung dilakukan dengan cara yang sama. Yang menjadi perbedaan utama dari pendekatan gabungan ini, adalah dimungkinkannya menggunakan pendekatan bersifat langsung khususnya untuk bahan ajar yang merupakan penunjang bahan utama. Sebagai contoh, jika dalam proses penentuan luas daerah yang diarsir pada gambar di bawah ini siswa menghadapi kesulitan dikarenakan lupa tentang dalil Pythagoras, maka guru dapat memberikan penjelasan secara langsung. Sedangkan untuk kesulitan siswa yang disebabkan faktor yang terkait dengan bahasan utamanya, yakni lingkaran, dilakukan intervensi secara tidak langsung.

