

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Deskripsi Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mesdeskripsikan tiga beban kognitif yaitu beban kognitif intrinsik, ekstrinsik, dan *germane* pada tahapan pemodelan matematis siswa. Melalui pemetaan beban kognitif ini, peneliti dapat mengungkap pada fase pemodelan mana siswa mengalami hambatan atau beban memori kerja ketika mencoba mentransformasikan masalah dunia nyata ke dalam struktur matematika formal.

Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada bulan Juni 2026 yang bertepatan dengan akhir Semester Genap Tahun Ajaran 2025/2026. Penelitian ini dilaksanakan di kelas X SMK As Sulthoniah dengan melibatkan total 15 siswa sebagai partisipan. Instrumen yang diberikan adalah tes kemampuan pemodelan matematis, lembar observasi, dan pedoman wawancara.

4.1.2 Analisis Data

4.1.2.1 Tahap Reduksi Data (*Data Reduction*)

Tahap reduksi data merupakan proses pemilihan, pemusatan, dan penyederhanaan data mentah yang diperoleh dari lapangan. Data dikumpulkan melalui triangulasi tiga instrumen (tes tertulis, lembar observasi, dan wawancara) terhadap 15 siswa kelas X SMK As Sulthoniah. Pada tahap awal, seluruh subjek diberikan kode pengenal mulai dari S-1 hingga S-15, yang disusun secara berurutan berdasarkan nomor urut presensi di kelas. Berdasarkan hasil identifikasi data awal, kelima belas subjek tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok berdasarkan dominasi beban kognitif. Adapun rincian pengelompokan tersebut adalah sebagai berikut: kelompok subjek yang teridentifikasi mengalami beban kognitif intrinsik terdiri dari 6 siswa, yaitu S-5, S-7, S-9, S-11, S-13, dan S-14. Kelompok subjek yang teridentifikasi mengalami beban kognitif ekstrinsik terdiri dari 4 siswa, yaitu S-2, S-4, S-10, dan S-15. Sementara itu, kelompok subjek yang menunjukkan beban kognitif *germane* terdiri dari 5 siswa, yaitu S-1, S-3, S-6, S-8, dan S-12.

Tabel 4.1 Matriks Reduksi Data Karakteristik Beban Kognitif Subjek

No	Kode Subjek	Lembar Jawaban	Lembar Observasi	Wawancara	Kategori Beban
1	S-5	Posisi sisi depan dan samping tertukar.	Menghapus coretan hitungan dan salah menentukan rumus.	"Bisa fokus, Bu. Cuma agak ragu bingung nentuin nama posisi sisinya."	Intrinsik
2	S-7	Salah saat melakukan pindah ruas hitungan aljabar dasar.	Tidak lancar melakukan prosedur perhitungan.	"Gara-gara hasil $\frac{1}{12}$ atau sekitar 0,08 meter, tinggi tiang totalnya jadi aneh, Bu."	Intrinsik
3	S-9	Salah menggunakan perbandingan trigonometri.	Terlihat ragu dan bingung saat memilih rumus yang akan dipakai.	"Suka lupa dan kebalik-balik kapan harus pakai sin, cos, atau tan, Bu."	Intrinsik
4	S-11	Keliru dalam menghitung nilai dari sudut istimewa .	Salah dalam prosedur perhitungan.	"Saya kurang hafal nilai sudut istimewanya."	Intrinsik
5	S-13	Tidak dapat mengilustrasikan soal ke dalam bentuk gambar segitiga.	Terdapat coretan pada lembar jawaban.	"Trigonometri susah Bu."	Intrinsik
6	S-14	Kesalahan pada operasi hitung.	Mencoret-coret lembar jawaban	"Pusing sama sama trigonometri, banyak banget yang harus dihafalin."	Intrinsik
7	S-2	Menuliskan data pengecoh dan mengabaikan data penting.	Keliru menuliskan informasi penting soal	"Bingung, ceritanya muter-muter jadi saya ngga ngerti."	Ekstrinsik
8	S-4	Menyalin seluruh angka yang ada di teks cerita.	Membaca berulang kali dan keliru	" Soalnya kalimat ceritanya panjang banget. Jadi pas	Ekstrinsik

No	Kode Subjek	Lembar Jawaban	Lembar Observasi	Wawancara	Kategori Beban
			menuliskan informasi soal.	pertama baca nggak paham maksud soalnya."	
9	S-10	Menyalin seluruh angka yang ada di teks cerita.	Sering menengok ke arah meja teman dan terlihat tidak fokus.	"Saya tanya temen tadi, Bu."	Ekstrinsik
10	S-15	Menggunakan informasi jarak yang sebenarnya tidak diperlukan dalam perhitungan.	Mencoret-coret lembar jawaban.	"Jarang ngerjain soal cerita kaya gini."	Ekstrinsik
11	S-1	Menuliskan kalimat kesimpulan, namun tidak menjumlahkan dengan tinggi badan pengamat.	Tidak menuliskan kesimpulan akhir sesuai konteks nyata.	"Saya langsung tulis kesimpulan 'Jadi, tinggi total tiang bendera adalah 12 meter'." "Ngehafalin rumusnya."	<i>Germane</i>
12	S-3	Menuliskan hasil akhir dengan benar dan lengkap.	Tidak terburu-buru mengumpulkan jawaban.	"Sering belajar sih Bu."	<i>Germane</i>
13	S-6	Melakukan operasi hitung dengan dan kesimpulan dengan benar.	Terlihat mengecek ulang hasil perhitungannya.	"Tadi sempat salah hasil akhirnya, tapi cek lagi dari awal."	<i>Germane</i>
14	S-8	Melakukan operasi hitung dengan benar, tetapi tidak menulis kesimpulan.	Terburu-buru mengumpulkan jawaban.	"Biasanya malem sebelumnya belajar dulu."	<i>Germane</i>
15	S-12	Melakukan operasi hitung dengan benar,	Terlihat mengecek ulang, tetapi terburu-	"Ya lumayan mudah soalnya."	<i>Germane</i>

No	Kode Subjek	Lembar Jawaban	Lembar Observasi	Wawancara	Kategori Beban
		tetapi tidak menulis kesimpulan.	buru mengumpulkan jawaban.		

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas, peneliti mereduksi jumlah subjek untuk keperluan analisis data yang lebih mendalam dengan memilih dua orang perwakilan dari masing-masing kelompok beban kognitif. Agar memudahkan pembaca dalam mengidentifikasi kategori subjek pada bagian analisis selanjutnya, keenam subjek terpilih diberikan pengodean baru. Rincian perubahan kode subjek terpilih adalah sebagai berikut:

1. Subjek perwakilan beban kognitif intrinsik, yaitu S-5 dan S-7, diubah kodenya menjadi SI1 dan SI2.
2. Subjek perwakilan beban kognitif ekstrinsik, yaitu S-2 dan S-4, diubah kodenya menjadi SE1 dan SE2.
3. Subjek perwakilan Beban Kognitif Germane, yaitu S-1 dan S-3, diubah kodenya menjadi SG1 dan SG2.

4.1.2.2 Tahap Penyajian Data (*Data Display*)

1. Beban Kognitif Intrinsik pada Tahap Pemodelan Matematis Siswa

Beban kognitif intrinsik berkaitan erat dengan kompleksitas materi trigonometri dan penguasaan pengetahuan prasyarat siswa. Beban intrinsik teridentifikasi muncul pada dua tahapan pemodelan matematis, yaitu pada tahap *mathematizing* dan *solving*. Berikut adalah sajian soal nomor dua yang diselesaikan oleh SI1:

Seorang petugas kebersihan gedung dijadwalkan untuk membersihkan kaca jendela di lantai dua sebuah perkantoran. Ia membawa sebuah tangga sepanjang 8 meter dan selang air sepanjang 20 meter untuk menjangkau area jendela. Lalu, ia menyandarkan tangga tersebut ke dinding gedung yang tegak lurus dengan tanah. Agar posisi tangga stabil dan tidak mudah tergelincir, instruksi keselamatan kerja mewajibkan pangkal tangga diletakkan sedemikian rupa sehingga membentuk sudut elevasi sebesar 60° terhadap permukaan lantai tanah.

2. tangga = 8 m
 sudut = 60°
 ditanya jarak ke dinding ?

Penyelesaian

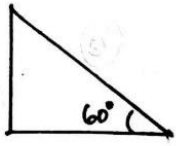
$$\sin 60^\circ = \frac{de}{mi}$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{de}{8}$$

$$de = \frac{8\sqrt{3}}{2}$$

$$de = 4\sqrt{3}$$

Jadi jarak tangga ke gedung adalah $4\sqrt{3}$ meter



Gambar 4.1 Lembar Tes Subjek SI1

Tahap *mathematizing* menuntut siswa untuk mengubah situasi nyata ke dalam model matematika dan merumuskannya secara simbolik. Lembar jawaban SI1 pada Gambar 4.1, siswa sebenarnya mampu melewati tahap *structuring* dengan mengidentifikasi informasi penting dalam soal dan mengabaikan data pengecoh. Namun, pada tahap *mathematizing* siswa tidak bisa memvisualisasikan gambar segitiga siku-siku dengan tepat, karena keterangannya hanya diberikan sudut 60° saja dan tidak menyebutkan posisi sisi depan, samping, dan miringnya. Sehingga pada penentuan rumusnya, siswa salah menggunakan rumus sin, seharusnya menggunakan rumus cos, meskipun pada perhitungan selanjutnya dilakukan dengan lancar.

Tabel 4.2 Hasil Observasi Subjek SI1

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
Intrinsik	Menggambar sketsa segitiga dengan posisi sudut yang tepat.		√
	Lancar melakukan prosedur perhitungan aljabar dan rasio trigonometri.	√	
	Salah menggambar sketsa atau terbalik menaruh posisi sudut.	√	
	Berulang kali menghapus coretan hitungan.	√	
	Salah menentukan rumus rasio trigonometri.	√	

Berdasarkan hasil observasi pada Tabel 4.2, Subjek SI1 terbukti belum mampu menggambar sketsa segitiga dengan posisi tepat, yang diperkuat oleh kemunculan perilaku salah dalam menggambar sketsa. Ketidaktepatan ini berdampak pada kesalahan penentuan rumus trigonometri yang digunakan. Penyebab kesalahan SI1 dalam menentukan rumus dikonfirmasi melalui kutipan wawancara berikut:

Peneliti : Bagaimana fokusmu saat mengerjakan soal ini?

SI1 : Bisa fokus, Bu. Cuma agak ragu bingung nentuin posisi sisinya.

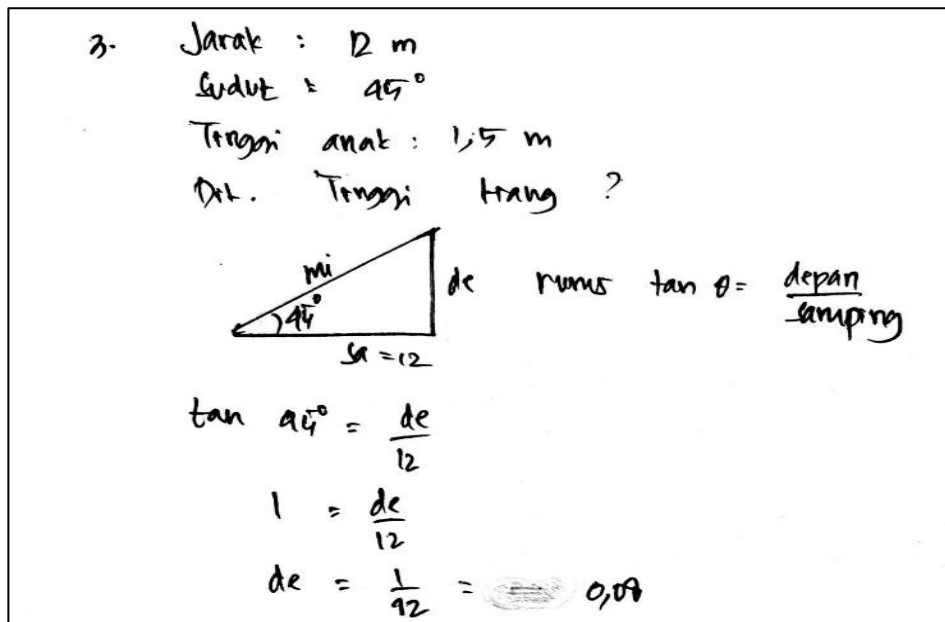
Peneliti : Nah, di lembar jawabanmu ini kamu menulis rumus Sinus. Bagaimana caramu menghubungkan gambar sketsamu dengan rumus trigonometri?

SI1 : Jarak mendatar yang di bawah itu kira posisi depan. Karena diketahui tangganya sisi miring, jadi saya ingetnya depan-miring ya jadi pake rumus sin.

Berdasarkan hasil wawancara di atas, terlihat bahwa SI1 mengalami kekeliruan konsep dalam menentukan posisi sisi segitiga. Siswa menganggap sisi mendatar (bagian bawah) sebagai "sisi depan", padahal seharusnya posisi tersebut adalah "sisi samping" jika dilihat dari sudut 60° .

Setelah menganalisis beban kognitif pada SI1, ditemukan pula beban kognitif intrinsik pada subjek SI2 pada tahap pemodelan yang berbeda. Berikut adalah sajian soal nomor tiga yang diselesaikan oleh SI2:

Siswa laki-laki dengan tinggi badan 150 cm sedang melakukan observasi di area lapangan upacara seluas 500 m^2 . Ia berdiri tepat pada jarak 12 meter dari sebuah tiang bendera yang terbuat dari besi. Di sebelah tiang bendera tersebut, terdapat sebuah gedung perpustakaan setinggi 18 meter. Siswa mencoba mengukur tinggi tiang bendera menggunakan klinometer. Dari titik ia berdiri, ia melihat ke arah puncak tiang bendera dengan sudut elevasi sebesar 45° .



Gambar 4.2 Lembar Tes Subjek SI2

Berdasarkan lembar jawaban pada Gambar 4.2, SI2 telah berhasil melewati tahap *structuring* dengan baik melalui identifikasi informasi penting dalam soal. Pada tahap *mathematizing*, siswa juga mampu menggambarkan sketsa serta menentukan rumus trigonometri yang tepat. Namun, hambatan justru terjadi pada tahap *solving*, di mana terjadi kesalahan dalam prosedur perhitungan aljabar dasar. Siswa keliru dalam menerapkan operasi perkalian dan pembagian saat proses pemindahan ruas. Hal ini terlihat dari kesalahan matematis, di mana $1 = \frac{de}{12}$ diselesaikan menjadi $de = \frac{1}{12}$, padahal seharusnya $de = 12 \times 1$.

Tabel 4.3 Hasil Observasi Subjek SI2

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
Intrinsik	Menggambar sketsa segitiga dengan posisi sudut yang tepat.	√	
	Lancar melakukan prosedur perhitungan aljabar dan rasio trigonometri.		√
	Salah menggambar sketsa atau terbalik menaruh posisi sudut.		√
	Berulang kali menghapus coretan hitungan.	√	
	Salah menentukan rumus rasio trigonometri.		√

Berdasarkan hasil observasi pada Tabel 4.3, terbukti bahwa siswa mengalami kesulitan dalam melakukan prosedur perhitungan, serta adanya coretan pada lembar jawaban yang menunjukkan keraguan selama proses penyelesaian masalah. Hasil wawancara juga mengungkapkan bahwa SI2 sebenarnya menyadari kejanggalan dari hasil hitungannya seperti dalam transkrip berikut.

Peneliti : Bagaimana cara kamu mengubah hasil hitungan kembali ke situasi nyatanya?

SI2 : Gara-gara hasil $\frac{1}{12}$ atau sekitar 0,08 meter, tinggi tiang totalnya jadi aneh, Bu.

Peneliti : Bagaimana upaya atau strategi yang kamu lakukan untuk benar-benar memastikan bahwa langkah pengerjaanmu tidak salah.

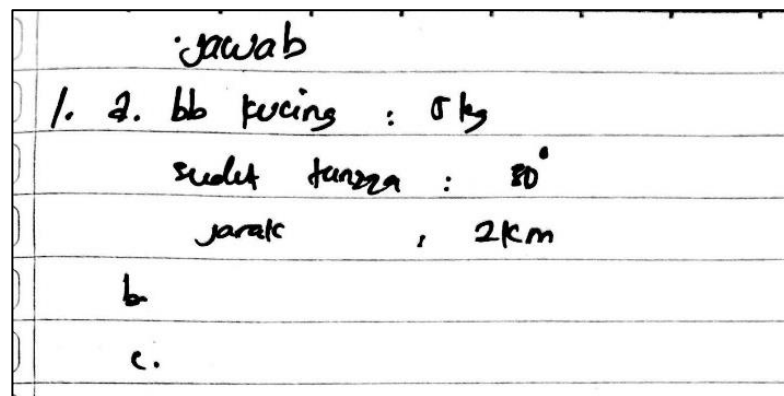
SI2 : Ngga ngecek lagi kemarin.

Meskipun SI2 sempat menyadari bahwa hasil tinggi tiangnya tidak wajar, yaitu sekitar 0,08 meter, ia tidak melakukan strategi apa pun atau memeriksa kembali jawabannya. Kesalahan siswa dalam proses penyelesaian aljabar tersebut menunjukkan adanya beban kognitif intrinsik karena siswa belum menguasai keterampilan operasi dasar.

2. Beban Kognitif Ekstrinsik pada Tahap Pemodelan Matematis Siswa

Beban kognitif ekstrinsik bersumber dari format penyajian soal cerita, strategi guru dalam mengajar, dan adanya gangguan lingkungan. Beban ini teridentifikasi muncul pada tahapan pemodelan matematis *structuring*. Berikut ini adalah sajian soal nomor satu yang dikerjakan oleh SE1 dan SE2:

Tim Pemadam Kebakaran menerima laporan mengenai seekor kucing peliharaan seberat 5 kg yang terjebak di dahan pohon. Setibanya di lokasi yang berjarak 2 km dari pos jaga, tim langsung melakukan pengamatan. Posisi kucing tersebut terpantau berada pada ketinggian 5 meter dari permukaan tanah. Untuk mengevakuasi kucing tersebut, tim pemadam menyiapkan tangga. Tangga tersebut harus disandarkan ke batang pohon dengan pangkalnya diletakkan di atas tanah. Agar pijakan tangga stabil, sudut kemiringan bawah tangga dengan permukaan tanah harus tepat 30° .



Gambar 4.3 Lembar Tes Subjek SE1

Berdasarkan lembar tes SE1 pada Gambar 4.3, terlihat bahwa siswa mengalami kegagalan pada tahap awal, yaitu pada tahap *structuring* (memahami masalah soal). Siswa belum mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui dengan tepat dan menyertakan data pengecoh, seperti berat kucing 5 kg dan jarak dari pos jaga 2 km. Selain itu, siswa tidak menuliskan informasi yang ditanyakan. Akibatnya, ia tidak melanjutkan pengerjaan pada tahapan pemodelan selanjutnya.

Tabel 4.4 Hasil Observasi Subjek SE1

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
Ekstrinsik	Menandai informasi penting langsung dari teks soal cerita.		√
	Menuliskan yang diketahui/ ditanyakan dengan benar.		√
	Membaca berulang kali dan keliru menuliskan angka soal	√	
	Melamun/tidur/ mengantuk/ jalan-jalan saat mengerjakan soal		√
	Bertanya kepada guru/ teman maksud soal.	√	

Berdasarkan hasil observasi pada tabel 4.4, memperkuat lembar jawaban SE1. Hal ini ditunjukkan oleh perilaku siswa yang tidak menandai informasi penting secara langsung dari teks soal. Selain itu, siswa gagal mengidentifikasi unsur yang diketahui dan ditanyakan dengan benar, serta terlihat membaca soal secara berulang kali. Kelemahan dalam memproses informasi ini juga mendorong siswa untuk berdiskusi dengan teman sebangkunya. Hasil wawancara dengan SE1 mengungkapkan alasan siswa melakukan kesalahan pada tahap *structuring*.

- Peneliti : Bagaimana pendapatmu tentang soal cerita ini?
- SE1 : Pusing, Bu, soal ceritanya panjang banget jadi males bacanya.
- Peneliti : Coba ceritakan inti masalah di soal ini menggunakan bahasamu sendiri, lalu bagaimana cara kamu menyelesaikannya?
- SE1 : Gimana ya Bu, jarang dikasi soal kaya gini.
- Peneliti : Bagaimana caramu memilah informasi yang banyak di soal ini?
- SE1 : Saya asal masukin angka ajasih.
- Peneliti : Bagaimana fokusmu saat mengerjakan soal ini?
- SE1 : Ngga fokus, temen sebelah nanya mulu padahal saya aja ngga ngerti soalnya.

Berdasarkan transkrip wawancara, SE1 mengungkapkan bahwa format penyajian soal yang terlalu panjang membuatnya merasa pusing dan enggan untuk membaca secara menyeluruh. Ketidakbiasaan siswa dalam menghadapi tipe soal seperti ini karena guru kurang terbiasa memberikan soal cerita. Hal ini berkaitan dengan strategi pembelajaran yang digunakan oleh guru di kelas. Selain itu, wawancara ini mengonfirmasi data observasi terkait terganggunya fokus siswa di dalam kelas karena adanya interaksi dan pertanyaan berulang dari teman sebangkunya. Beban ekstrinsik juga dialami pada SE2.

Jawaban :

i) Kuatir = 5 kg Sudut = 30°
 Jarak = 2 km Ketinggian = 5 m
 Dit = panjang tangga
 $\sin x = \frac{de}{mi} \rightarrow \sin 30^\circ = \frac{5}{x} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{5}{x} \rightarrow x = 10$
 Panjang tangga adalah 10 meter

Gambar 4.4 Lembar Tes Subjek SE2

Berdasarkan lembar jawaban SE2 pada Gambar 4.4, siswa menuliskan seluruh informasi berupa angka yang terdapat di dalam soal, baik data penting maupun data pengecoh. Meskipun proses pengerjaan pada tahapan selanjutnya tetap diselesaikan dengan langkah dan prosedur perhitungan yang benar, siswa tetap mengalami kesalahan pada tahap *structuring* akibat tidak mampu menuliskan informasi yang penting saja untuk mengerjakan soal.

Tabel 4.5 Hasil Observasi Subjek SE2

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
Ekstrinsik	Menandai informasi penting langsung dari teks soal cerita.		√
	Menuliskan yang diketahui/ ditanyakan dengan benar.		√
	Membaca berulang kali dan keliru menuliskan angka soal	√	
	Melamun/tidur/ mengantuk/ jalan-jalan saat mengerjakan soal	√	
	Bertanya kepada guru/ teman maksud soal.		√

Berdasarkan hasil observasi pada tabel 4.5, SE2 terindikasi mengalami hambatan akibat beban ekstrinsik. Hal ini ditunjukkan oleh perilaku siswa yang tidak menandai informasi penting secara langsung pada teks soal cerita, serta tidak menuliskan unsur yang diketahui dengan tepat karena menulis data pengecoh. Hambatan pemrosesan informasi ini juga berdampak pada penurunan fokus siswa, yang terlihat dari perilaku melamun saat mengerjakan soal. Berbeda dengan SE1, subjek SE2 tidak ada interaksi dengan teman sebangkunya. Hasil wawancara mengungkapkan faktor terjadinya beban ekstrinsik di tahap *structuring*.

Peneliti : Bagaimana pendapatmu tentang soal cerita ini?

SE2 : Jujur pusing sih. Soalnya kalimat ceritanya panjang banget.

Peneliti : Bagaimana caramu memilah informasi yang banyak di soal ini agar kamu tidak kesulitan saat mengerjakannya?

SE2 : Tinggal tulis aja semuanya.

Peneliti : Bagaimana kendala yang kamu alami saat menghitung, khususnya yang berkaitan dengan rumus dasar matematika dari materi sebelumnya?

SE2 : Itu sebenarnya angka 5 nya cuma asal taruh aja.

Berdasarkan transkrip wawancara, SE2 mengaku mengalami kebingungan akibat kalimat soal cerita yang panjang yang berdampak pada ketidakmampuan siswa dalam memilah informasi. Alih-alih melakukan pemisahan antara data relevan dan data pengecoh, SE2 memilih strategi kepraktisan dengan menuliskan seluruh angka yang tertera pada soal karena mengatakan "tinggal tulis aja semuanya". Proses pengerjaan berikutnya yang dilakukan dengan benar ternyata siswa memasukkan angka secara acak

"angka 5 nya cuma asal taruh aja" tanpa didasari pemahaman konsep trigonometri yang benar.

3. Beban Kognitif *Germane* pada Tahap Pemodelan Matematis Siswa

Beban kognitif *germane* adalah usaha mental positif dan produktif yang dikerahkan siswa untuk mengintegrasikan informasi untuk mengonstruksi skema pengetahuan. Beban *germane* berarti kapasitas kognitif nya dapat difokuskan pada pemrosesan informasi dari tahap awal hingga akhir. Pada penelitian ini, siswa mampu mengonstruksi skema pengetahuan dari tahap *structuring* sampai *interpreting*. Berikut adalah sajian soal nomor tiga yang diselesaikan oleh SG1 dan SG2:

Siswa laki-laki dengan tinggi badan 150 cm sedang melakukan observasi di area lapangan upacara seluas 500 m². Ia berdiri tepat pada jarak 12 meter dari sebuah tiang bendera yang terbuat dari besi. Di sebelah tiang bendera tersebut, terdapat sebuah gedung perpustakaan setinggi 18 meter. Siswa mencoba mengukur tinggi tiang bendera menggunakan klinometer. Dari titik ia berdiri, ia melihat ke arah puncak tiang bendera dengan sudut elevasi sebesar 45°.

3. Dik : Jarak : 12 m
 sudut : 45°
 tinggi siswa : 1,5 m
 Dit : Tinggi tiang ?

Diagram: A right triangle with a horizontal base of 12 and a vertical height labeled 'de'. The angle at the bottom right is 45°.

rumus yang digunakan $\tan \theta = \frac{de}{sa}$

Jawab

$$\tan 45^\circ = \frac{x}{12}$$

$$1 = \frac{x}{12}$$

$$\underline{\underline{x = 12}}$$

Jadi tinggi tiang bendera yaitu 12 m

Gambar 4.5 Lembar Tes Subjek SG1

Pada Gambar 4.5, SG1 menunjukkan pola usaha mental yang positif di awal pengerjaan, SG1 mampu memproses penyelesaian yang rapi dan terstruktur. Siswa

berhasil melakukan pemilahan data, pembuatan sketsa dan penentuan rumus trigonometri, hingga pengeksekusian hitungan dengan benar dan tepat. SG1 langsung menafsirkan hasil perhitungannya menjadi kesimpulan, tetapi ia melupakan satu hal, yakni mengabaikan tinggi badan pengamat.

Tabel 4.6 Hasil Observasi Subjek SG1

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
<i>Germane</i>	Meneliti kembali atau mencocokkan sketsa dengan hitungan akhir.		√
	Menuliskan kesimpulan akhir yang dikaitkan dengan konteks nyata soal.	√	
	Terburu-buru mengumpulkan jawaban		√
	Jawaban tidak diselesaikan/ lembar jawaban kosong.		√
	Tidak menuliskan kesimpulan akhir sesuai konteks nyata		√

Berdasarkan hasil observasi pada tabel 4.6, SG1 menunjukkan pemrosesan beban kognitif *germane* yang optimal. Hal ini terbukti dari keberhasilan siswa dalam menyusun dan menuliskan kesimpulan akhir. Selama proses pengerjaan, SG1 menunjukkan memori kerja yang stabil, yang ditandai dengan pengerjaan soal secara tuntas, tidak terburu-buru, serta tidak meninggalkan lembar jawaban dalam keadaan kosong.

Peneliti : Coba ceritakan inti masalah di soal ini menggunakan bahasamu sendiri, lalu bagaimana cara kamu menyelesaikannya?

SG1 : Intinya kita disuruh mencari tinggi total dari tiang bendera sekolah. Di soal diketahui sudut elevasinya 45° dan jarak horizontalnya 12 meter.

Peneliti : Bagaimana caramu memilah informasi yang banyak di soal ini agar kamu tidak kesulitan saat mengerjakannya?

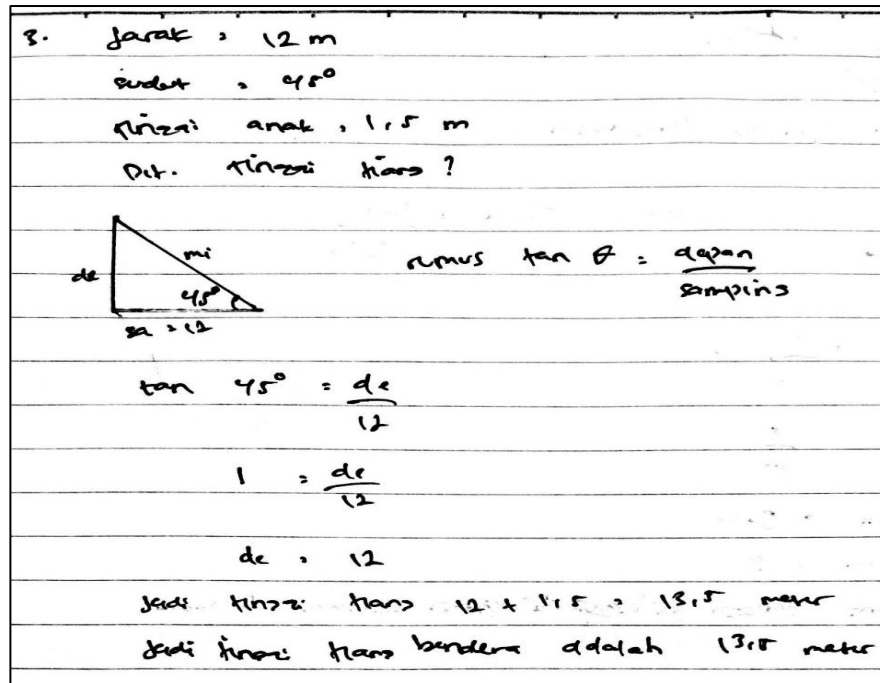
SG1 : Saya tandain dan tulis yang penting aja

Peneliti : Bagaimana upaya atau strategi yang kamu lakukan untuk benar-benar memastikan bahwa langkah pengerjaanmu tidak salah.

SG1 : Ngehafalin rumusnya.

Berdasarkan transkrip wawancara, SG1 mampu menyampaikan kembali inti masalah menggunakan bahasanya sendiri secara jelas. Siswa juga secara langsung mengidentifikasi informasi yang relevan, yaitu sudut elevasi 45° dan jarak horizontal 12

meter. Kemampuan ini menunjukkan bahwa skema konseptual pada tahap *structuring* telah terbentuk dengan baik. Pada pernyataan SG1 "ngehafalin rumusnya" mencerminkan adanya strategi belajar dan hasil belajar. Hasil belajar yang optimal menjadi alasan utama mengapa SG1 mampu menyelesaikan soal sampai *interpreting*.



Gambar 4.6 Lembar Tes Subjek SG2

Berbeda sedikit dengan subjek SG1, lembar jawaban SG2 pada Gambar 4.6 menunjukkan alokasi beban kognitif *germane* yang lebih optimal dari tahap *structuring* hingga *interpreting*. SG2 mampu menyajikan alur penyelesaian masalah secara runtut. Siswa secara cermat melakukan pemilahan data, pembuatan sketsa, penentuan rumus hingga perhitungan dengan tepat. Pada tahap *interpreting*, siswa juga berhasil memperhitungkan dan menambahkan tinggi badan pengamat yang dituliskan pada kesimpulan akhir.

Tabel 4.7 Hasil Observasi Subjek SG2

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
<i>Germane</i>	Meneliti kembali atau mencocokkan sketsa dengan hitungan akhir.	√	
	Menuliskan kesimpulan akhir yang dikaitkan dengan konteks nyata soal.	√	
	Terburu-buru mengumpulkan jawaban		√

Indikator Beban	Aktivitas Siswa	Ya	Tidak
	Jawaban tidak diselesaikan/ lembar jawaban kosong.		√
	Tidak menuliskan kesimpulan akhir sesuai konteks nyata		√

Berdasarkan hasil observasi pada tabel 4.7, SG2 menunjukkan pemrosesan beban kognitif *germane* yang optimal. Hal ini terbukti dari keberhasilan siswa dalam menyusun dan menuliskan kesimpulan akhir. Selama proses pengerjaan, SG1 mengerjakan soal secara tuntas, tidak terburu-buru, serta tidak meninggalkan lembar jawaban dalam keadaan kosong.

Peneliti : Bagaimana caramu memilah informasi yang banyak di soal ini agar kamu tidak kesulitan saat mengerjakannya?

SG2 : Saya cuma nulis sudut, jarak, sama tinggi anaknya Bu.

Peneliti : Bagaimana caramu menghubungkan gambar sketsamu dengan rumus trigonometri?

SG2 : Yang ditanyain sisi depan yang diketahui sisi samping jadi pake rumus tan.

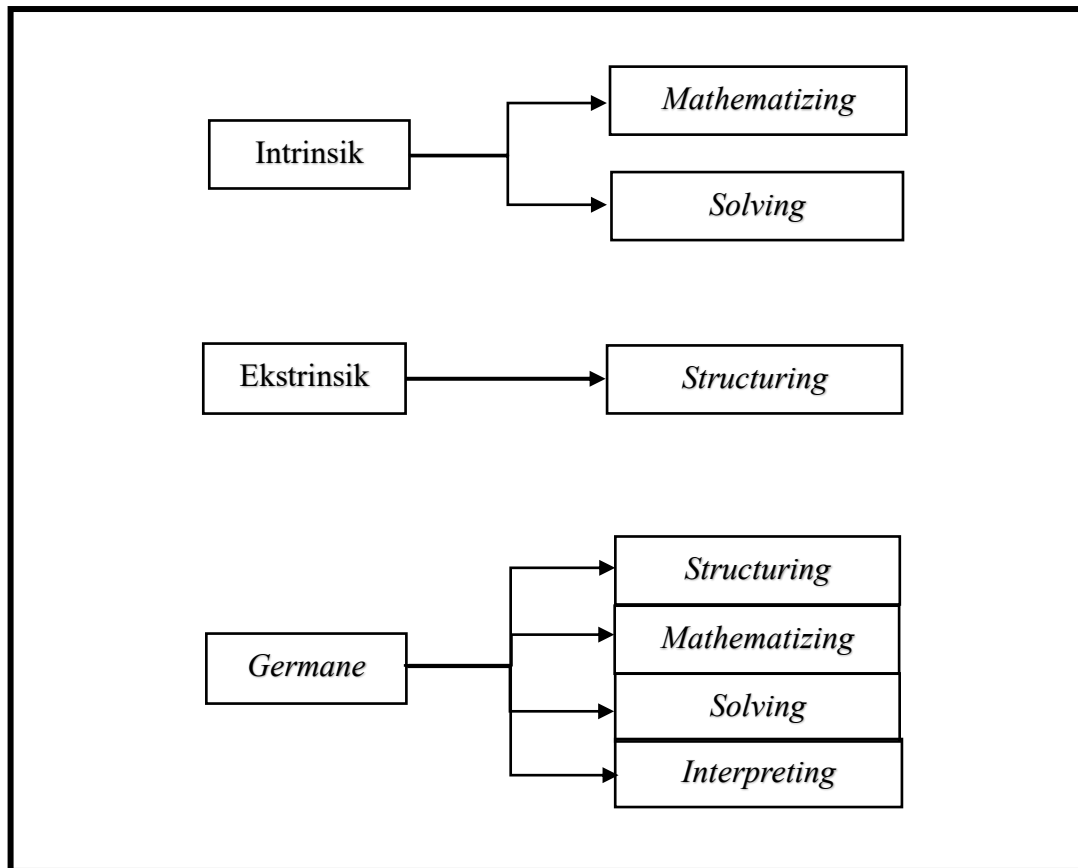
Peneliti : Bagaimana cara kamu mengubah hasil hitungan kembali ke situasi nyatanya?

SG2 : Pas ketemu hasilnya langsung tambahin sama tinggi anak, tadinya hampir lupa.

Peneliti : Bagaimana upaya atau strategi yang kamu lakukan untuk benar-benar memastikan bahwa langkah pengerjaanmu tidak salah.

SG2 : Sering belajar sih Bu.

Hasil wawancara dengan SG2 mengonfirmasi optimasi beban kognitif *germane* yang terbangun melalui kebiasaan belajar siswa secara konsisten. Hal ini terlihat dari kemampuan SG2 menyaring informasi penting pada tahap *structuring* (hanya mengekstrak data sudut, jarak, dan tinggi anak), menentukan rumus tan secara konseptual berdasarkan rasio sisi depan dan samping pada tahap *mathematizing*, melakukan prosedur perhitungan pada tahap *solving*, serta menafsirkan hasil pada tahap *interpreting*. Berikut ini disajikan distribusi beban kognitif siswa pada setiap tahap pemodelan matematis guna mempermudah pemahaman:



Gambar 4.7 Distribusi Beban Kognitif pada Tahap Pemodelan Matematis

4.2 Pembahasan

4.2.1 Tahap Verifikasi Data

Bagian pembahasan ini menjelaskan ketiga jenis beban kognitif yaitu beban intrinsik, ekstrinsik, dan *germane* yang dialami siswa dalam tahapan pemodelan matematis. Seluruh temuan lapangan ini dibahas secara mendalam serta didukung oleh hasil penelitian-penelitian terdahulu.

Beban intrinsik terjadi pada tahapan pemodelan *mathematizing* dan *solving*. Pada tahap *mathematizing*, beban ini disebabkan oleh kompleksitas materi trigonometri yang menuntut siswa untuk mengintegrasikan informasi dari bahasa soal cerita ke dalam bentuk model matematika. Dalam proses tersebut, siswa mengalami kekeliruan dalam mengidentifikasi posisi sisi-sisi segitiga (sisi depan, samping, dan miring), yang berimplikasi pada kesalahan pemilihan rumus trigonometri. Hal ini sejalan dengan temuan yang dilakukan oleh Agustin *et al.* (2025), yang mengungkapkan bahwa siswa dengan beban kognitif intrinsik tinggi cenderung mengalami kesulitan dalam mengolah informasi dan memahami konsep ketika dihadapkan pada soal dengan tingkat kompleksitas tinggi. Pernyataan tersebut juga diperkuat oleh temuan Pertiwi (2020), yang menegaskan bahwa beban kognitif intrinsik muncul akibat ketidakmampuan siswa dalam mengenali serta mengilustrasikan soal ke dalam bentuk gambar segitiga siku-siku, sehingga berdampak pada kesalahan penggunaan rumus.

Pada tahap *solving*, beban intrinsik dipicu oleh kekeliruan siswa saat mengeksekusi operasi aljabar dasar, khususnya pada perpindahan ruas perkalian dan pembagian. Hal ini mengindikasikan bahwa pengetahuan prasyarat aljabar dasar yang dimiliki siswa masih tergolong lemah. Hal ini sejalan dengan temuan Puspa *et al.* (2020), yang menegaskan bahwa beban intrinsik bersumber dari kesulitan siswa dalam melakukan operasi bentuk aljabar. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Yohanes *et al.* (2016), yang menjelaskan bahwa lemahnya kemampuan siswa mengenai operasi aljabar menjadi penyebab utama timbulnya beban intrinsik. Selain itu, kondisi ini didukung oleh temuan Pertiwi (2020), yang menunjukkan bahwa beban intrinsik muncul akibat siswa lupa atau tidak menguasai konsep dasar, sehingga mengakibatkan kekeliruan pada langkah-langkah penyelesaian.

Beban ekstrinsik terjadi pada tahapan pemodelan *structuring* yang dipicu oleh format penyajian soal yang panjang dan keberadaan data pengecoh. Hal ini erat kaitannya

dengan desain instruksional guru yang belum terbiasa melatih siswa menyelesaikan soal cerita. Hal ini sejalan dengan temuan Puspa *et al.* (2020), yang mengungkapkan bahwa beban ekstrinsik dalam pembelajaran matematika dapat dipicu oleh desain pembelajaran yang digunakan oleh guru. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Yohanes *et al.* (2016), yang menegaskan bahwa beban ekstrinsik dipengaruhi oleh strategi instruksional dan cara penyampaian materi oleh guru. Ketika penyampaian materi kurang memfasilitasi kebutuhan siswa, seperti penjelasan yang terlalu cepat atau kurangnya pembiasaan terhadap tipe soal tertentu siswa akan semakin kesulitan dalam memahami dan memproses informasi.

Selain itu, kemunculan beban ekstrinsik pada tahapan *structuring* dipicu oleh adanya gangguan interaksi dari teman sebangku yang memecah konsentrasi siswa saat berusaha memahami dan memproses informasi pada soal. Hal ini sejalan dengan temuan Yohanes *et al.* (2016), yang mengungkapkan bahwa beban ekstrinsik dapat dipicu oleh timbulnya kegaduhan di kelas akibat perilaku sebagian siswa yang ramai. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Puspa *et al.* (2020), yang menjelaskan bahwa gangguan lingkungan berupa interaksi atau gurauan antar-siswa yang tidak berkaitan dengan materi diskusi dapat merusak fokus dan konsentrasi.

Beban kognitif *germane* merupakan usaha mental positif dan produktif yang dikerahkan siswa untuk mengintegrasikan informasi baru guna mengonstruksi skema pengetahuan. Dalam penelitian ini, beban *germane* muncul pada tahapan *structuring* sampai *interpreting*. Beban ini merupakan hasil dari penerapan strategi belajar yang efektif oleh siswa. Informasi yang tersimpan ke dalam memori jangka panjang (*long-term memory*) membuat siswa mampu mengorganisasi langkah-langkah pemodelan matematis dan menyelesaikan soal trigonometri. Hal ini sejalan dengan pandangan Yuniar *et al.* (2019) yang menjelaskan bahwa beban *germane* bersifat positif karena membantu proses perpindahan informasi ke memori jangka panjang untuk membentuk skema baru. Pernyataan ini diperkuat oleh temuan Yohanes *et al.* (2016), yang menyebutkan bahwa beban *germane* muncul dari usaha siswa sendiri dalam memahami materi. Usaha ini terlihat ketika siswa rajin berlatih mengerjakan soal sejenis saat menemui kesulitan. Proses tersebut membantu siswa membangun skema pemahaman dan membiasakan langkah penyelesaian, sehingga mereka dapat menyelesaikan masalah matematika dengan lancar.