

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Variabel Penelitian

2.1.1 Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*)

Teori Beban Kognitif atau *Cognitive Load Theory* (CLT) adalah teori instruksional yang berfokus pada pengelolaan memori kerja manusia selama proses pembelajaran berlangsung. Asumsi dasar teori ini adalah bahwa kapasitas memori kerja manusia sangat terbatas dalam memproses informasi baru pada satu waktu tertentu. Sweller (2011) mendefinisikan beban kognitif sebagai beban yang diberikan pada memori kerja seseorang saat memproses informasi tertentu. Jika jumlah informasi yang harus diproses melebihi kapasitas memori kerja, maka akan terjadi kelebihan beban kognitif yang menghambat terjadinya pemahaman dan proses penyimpanan informasi ke memori jangka panjang.

Dalam konteks pembelajaran matematika, khususnya pada materi kompleks seperti trigonometri, pemahaman mengenai jenis-jenis beban kognitif menjadi sangat krusial untuk mendiagnosis kesulitan belajar siswa. Berdasarkan kerangka kerja Sweller (2011), beban kognitif diklasifikasikan menjadi tiga komponen utama yang terpisah namun saling berkaitan, yaitu beban kognitif intrinsik (*intrinsic cognitive load*), beban kognitif ekstrinsik (*extraneous cognitive load*), dan beban kognitif germane (*germane cognitive load*).

1. Beban Kognitif Intrinsik (*Intrinsic Cognitive Load*)

Beban kognitif intrinsik adalah beban mental yang ditimbulkan oleh tingkat kesulitan alami atau kompleksitas dari materi pelajaran itu sendiri. Beban ini bersifat internal (bawaan) dari materi dan hanya siswa yang mampu mengontrol beban tersebut. Menurut Sweller (2019), beban ini ditentukan oleh seberapa banyak elemen atau konsep dalam materi tersebut yang saling berinteraksi dan harus diproses secara bersamaan oleh siswa. Dalam penelitian Nasution & Fadilah (2024), siswa dapat disimpulkan mengalami hambatan pada beban intrinsik jika menunjukkan indikator berikut:

a. Keterbatasan Pengetahuan Prasyarat

Siswa kesulitan karena lupa atau tidak menguasai materi dasar yang diperlukan (misalnya: lupa teorema Pythagoras saat mengerjakan trigonometri). Informasi yang

belum tersimpan di memori jangka panjang membuat beban materi baru terasa lebih sulit.

b. Kompleksitas Materi

Siswa merasa materi tersebut sulit karena melibatkan konsep yang abstrak dan rumit (misalnya: sulit membayangkan segitiga dalam posisi 3 dimensi).

c. Kuantitas Informasi

Siswa merasa pusing atau *blank* karena terlalu banyak rumus atau aturan yang harus diingat dan digunakan secara bersamaan dalam satu waktu ketika mengerjakan soal kontekstual trigonometri.

2. Beban Kognitif Ekstrinsik (*Extraneous Cognitive Load*)

Beban kognitif ekstrinsik adalah beban mental yang tidak relevan dengan proses belajar, yang muncul akibat desain instruksional atau cara penyajian materi yang kurang tepat. Berbeda dengan beban intrinsik, beban ini bersumber dari faktor eksternal dan dapat dikurangi atau diantisipasi oleh guru. Nasution & Fadilah (2024) menjelaskan bahwa beban ini sering muncul jika strategi pembelajaran yang digunakan monoton, instruksi tidak jelas, atau penyajian soal membingungkan. Siswa dapat disimpulkan mengalami hambatan pada beban ekstrinsik jika ditemukan indikator berikut:

a. Format Penyajian Soal

Dalam hal ini, siswa kesulitan bukan karena tidak bisa menghitung tetapi karena kalimat soal cerita yang terlalu panjang, berbelit-belit, atau penggunaan bahasa yang sulit dipahami.

b. Strategi Pembelajaran/Instruksi

Siswa merasa kesulitan dengan cara guru menjelaskan atau petunjuk pengerjaan soal yang tidak sistematis.

c. Gangguan Lingkungan

Siswa kesulitan karena harus membagi perhatian antara teks soal dan gambar yang letaknya terpisah jauh, atau adanya gangguan suasana kelas yang tidak kondusif.

3. Beban Kognitif Germane (*Germane Cognitive Load*)

Beban kognitif germane bukanlah beban yang menghambat, melainkan beban kerja mental positif yang digunakan siswa untuk memproses informasi guna mengonstruksi dan mengotomatisasi skema pengetahuan. Ini adalah usaha sadar siswa untuk mengerti materi. Sweller (2011) menegaskan bahwa beban ini berkaitan erat dengan seberapa

besar kapasitas memori kerja yang tersisa setelah dikurangi beban intrinsik dan beban ekstrinsik. Kondisi beban germane siswa dapat dilihat dari indikator berikut:

a. Usaha Konstruksi Pemahaman

Siswa mampu atau berusaha menghubungkan materi baru dengan pengetahuan yang sudah mereka miliki sebelumnya yang tersimpan dalam memori jangka panjang.

b. Hasil Belajar/Pemahaman

Siswa mampu menjelaskan kembali konsep dengan bahasanya sendiri atau berhasil menyelesaikan masalah dengan langkah yang runtut (menunjukkan terbentuknya skema).

c. Tingkat Kesulitan Usaha

Tingkat kesulitan usaha dalam beban kognitif germane mencerminkan upaya sungguh-sungguh siswa untuk mengolah informasi menjadi pengetahuan yang bermakna. Semakin tinggi usaha produktif yang dilakukan siswa untuk membangun dan menyatukan skema pemahaman, maka akan semakin terlihat pula beban germane yang muncul.

2.1.2 Kemampuan Pemodelan Matematis

Kemampuan pemodelan matematis merupakan kecakapan kognitif krusial yang berfungsi menjembatani kesenjangan antara realitas dunia nyata dengan struktur matematika formal. Secara fundamental, Bahir & Mampouw (2020) mengatakan pemodelan bukan sekadar aktivitas menerapkan rumus, melainkan sebuah siklus kognitif kompleks di mana siswa melakukan proses berpikir logis untuk memecahkan masalah kontekstual ke dalam bentuk matematis. Nugraha (2020) mengungkapkan kemampuan pemodelan matematis dipandang sebagai suatu proses kegiatan merepresentasikan masalah dunia riil ke persoalan matematika. Sedangkan, menurut Maulani *et al.* (2022) kemampuan pemodelan matematis didefinisikan sebagai suatu kemampuan peserta didik dalam menerjemahkan permasalahan soal ke dalam bentuk atau model matematika berdasarkan pengetahuan yang telah dimilikinya. Berdasarkan pandangan para ahli, kemampuan pemodelan matematis disimpulkan sebagai proses memecahkan masalah kontekstual yang diubah menjadi model matematika untuk menemukan solusi penyelesaiannya. Kemampuan pemodelan matematis merupakan keterampilan membangun, mengaplikasikan, dan menginterpretasikan model matematika yang relevan guna menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari.

Dalam literatur akademik, terdapat perbedaan yang jelas antara model matematis (*mathematical models*) dan pemodelan matematis (*mathematical modeling*). Hartono & Karnasih (2017) menjelaskan bahwa model matematis menitikberatkan pada produk atau hasil abstraksi, sedangkan pemodelan matematis berfokus pada keseluruhan proses sistematis untuk mencapai representasi tersebut. Sejalan dengan hal itu, Hauda *et al.* (2023) menegaskan bahwa kemampuan ini mencakup rangkaian aktivitas utuh, mulai dari membuat permisalan, mengonstruksi model, hingga menarik kesimpulan dari penyelesaian yang dilakukan.

Urgensi penguasaan kemampuan pemodelan matematis terletak pada fungsinya sebagai sarana representasi masalah yang terstruktur, baik secara simbolik maupun verbal. Nurjumiati *et al.* (2022) menyatakan bahwa kemampuan memahami simbol sebagai transformasi situasi masalah ke dalam model matematis merupakan inti dari tahapan *mathematizing*.

Secara praktis, Hartono & Karnasih (2017) merinci peran strategis pemodelan matematis, antara lain: (1) membantu siswa memahami fenomena dunia nyata dengan lebih baik, (2) mendukung proses belajar matematika secara menyeluruh, (3) mengembangkan sikap matematika yang akurat, serta (4) menyediakan kerangka kerja matematika yang kokoh. Dengan demikian, penguasaan pemodelan tidak hanya terbatas pada keterampilan aritmetika semata, melainkan melibatkan pembentukan kebiasaan berpikir matematis yang kuat (Febriani *et al.*, 2024).

Mengingat kompleksitas proses kognitif yang terlibat dalam aktivitas pemodelan, diperlukan indikator yang jelas untuk mengukur sejauh mana siswa mampu melakukan pemodelan matematis. Para ahli telah merumuskan indikator pemodelan matematis. Maab dalam (Maulani *et al.*, 2022) mengungkapkan empat indikator kemampuan pemodelan matematis, meliputi:

1. Memahami masalah sebenarnya.
2. Menentukan model matematika dari model nyata.
3. Menyelesaikan soal dalam model matematika.
4. Menafsirkan hasil matematika ke dalam situasi nyata.

Blum & Ferri dalam (Hartono & Karnasih, 2017) mengemukakan indikator yang lebih rinci melalui 7 langkah siklus pemodelan, yaitu:

1. *Understanding the Task* (memahami tugas).

2. *Simplifying/Structuring* (menyederhanakan masalah).
3. *Mathematizing* (mematematisasi dunia nyata ke matematika).
4. *Working Mathematically* (melakukan perhitungan).
5. *Interpreting* (mengartikan angka ke konteks nyata).
6. *Validating* (mengecek kembali/validasi).
7. *Exposing* (mengomunikasikan hasil akhir).

Sedangkan, Zulkarnaen (2020) mengidentifikasi indikator pemodelan matematis menjadi tiga yang terdiri dari:

1. Matematisasi (bekerja dengan matematika)
2. Interpretasi.
3. Refleksi (meninjau asumsi dan keterbatasan model).

Dalam penelitian ini, peneliti menetapkan indikator kemampuan pemodelan matematis mengacu pada tahapan Blum & Kaiser yang diadaptasi dalam penelitian Khusna & Ulfah (2021). Pemilihan indikator ini didasarkan pada alurnya yang sistematis yang dinilai sangat tepat untuk membedah langkah siswa dalam menyelesaikan soal kontekstual trigonometri. Adapun rincian lima indikator tersebut adalah:

1. *Structuring* (Menyusun Struktur Masalah)

Siswa mampu memahami dan mengidentifikasi masalah dunia nyata yang diberikan. Pada tahap ini, siswa harus memilah informasi relevan, serta menuliskan unsur yang diketahui dan ditanyakan secara tepat. Dalam konteks trigonometri, tahap ini sering melibatkan pembuatan sketsa gambar segitiga dari cerita.

2. *Mathematizing* (Mengubah ke Model Matematika)

Siswa mampu mentransformasi masalah nyata yang sudah terstruktur ke dalam bentuk atau simbol matematika.

3. *Solving* (Prosedur Perhitungan)

Siswa mampu menyelesaikan model matematika yang telah disusun menggunakan prosedur operasi hitung yang akurat untuk mendapatkan solusi matematis.

4. *Interpreting* (Menafsirkan Hasil)

Siswa mampu menerjemahkan kembali solusi matematis (angka) yang diperoleh ke dalam konteks masalah dunia nyata, sehingga angka tersebut memiliki makna.

5. *Validating* (Mengecek Kembali)

Siswa mampu melakukan validasi terhadap seluruh proses dan jawaban. Tahap ini melibatkan pemikiran kritis untuk memastikan apakah langkah yang diambil benar dan apakah hasil akhirnya masuk akal sesuai logika situasi nyata.

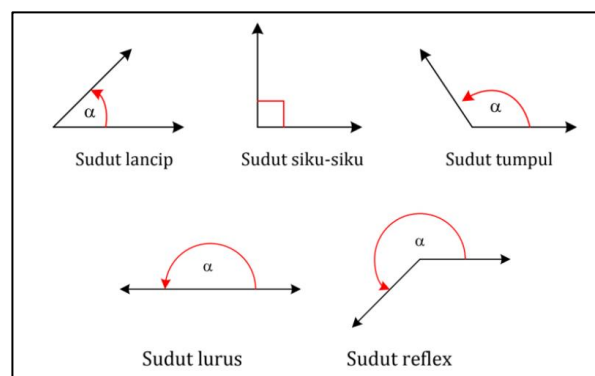
2.1.3 Trigonometri

Trigonometri, yang secara harfiah berasal dari kata Yunani *Trigonon* (segitiga) dan *Metria* (pengukuran), merupakan cabang matematika yang lahir dari pengamatan terhadap relasi sisi dan sudut pada segitiga siku-siku. Prinsip hubungan tersebut kemudian diterapkan secara universal pada berbagai bentuk segitiga yang sebangun. Secara umum, disiplin yang juga disebut sebagai goniometri ini berpusat pada enam istilah kunci: sinus, cosinus, tangen, cosecan, secan, serta cotangen. Fokus pada teknik pengukuran elemen-elemen segitiga inilah yang mendasari penyebutan "Ilmu ukur segitiga" oleh para pakar matematika di masa lampau (Syahbana, 2015).

1. Konsep dasar Sudut & Satuan Pengukuran

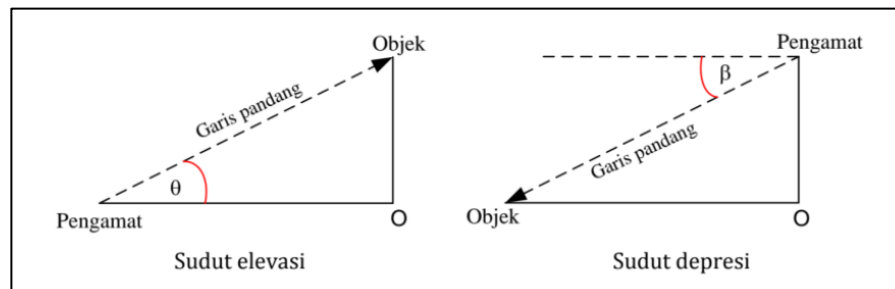
Secara geometri, sudut adalah daerah yang dibentuk oleh dua sinar yang bertemu pada suatu titik. Jenis-jenis sudut yang telah dikenal antara lain:

- Sudut lancip (*acute angle*): sudut yang besarnya lebih dari 0° dan kurang dari 90°
- Sudut siku-siku (*right angle*): sudut yang besarnya 90° .
- Sudut tumpul (*obtuse angle*): sudut yang besarnya lebih dari 90° dan kurang dari 180° .
- Sudut lurus (*straight angle*): sudut yang besarnya 180° .
- Sudut refleks (*reflex angle*): sudut yang besarnya lebih dari 180° dan kurang dari 360° .



Gambar 2.1 Jenis-Jenis Sudut

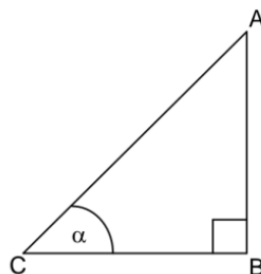
Kemudian dalam permasalahan trigonometri, seringkali dijumpai perhitungan yang menggunakan istilah sudut elevasi dan sudut depresi. Sudut elevasi (sudut dongak) adalah sudut antara bidang mendatar dan garis miring yang menghubungkan mata pengamat dengan suatu objek yang letaknya lebih tinggi dari mata pengamat. Sedangkan sudut depresi (sudut runduk) adalah sudut antara bidang mendatar dan garis miring yang menghubungkan mata pengamat dengan suatu objek yang letaknya lebih rendah dari mata pengamat.



Gambar 2.2 Sudut Elevasi dan Sudut Depresi

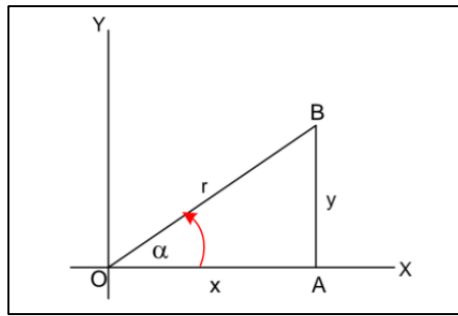
2. Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-Siku

Pada segitiga siku-siku terdapat satu sudut yang besarnya 90° . Sudut 90° ini menjadi syarat bagi terjadinya perbandingan sisi-sisi yang membentuk rumus trigonometri. Namun, sudut 90° ini bukan menjadi sudut yang berperan membentuk rumus trigonometri tersebut, tetapi yang berperan membentuk rumus trigonometri adalah dua buah sudut yang lainnya. Dengan memperhatikan Gambar 3 bahwa tidak benar $\sin \angle ABC$, yang benar adalah $\sin \angle BAC$ atau $\sin \angle BCA$. Dengan demikian, sudut yang berperan dalam membentuk rumus trigonometri ini adalah $\angle BAC$ dan $\angle BCA$.



Gambar 2.3 Segitiga Siku-Siku ABC

Dengan memiliki segitiga siku siku seperti ini, berarti bahwa yang berperan dalam membentuk rumus trigonometri adalah sudut-sudut lancip yang besarnya berkisar antara 0° sampai 90° . Hal inilah yang menjadi dasar terbentuknya rumus trigonometri.



Gambar 2.4 Segitiga Siku-Siku pada Sumbu Cartesius

Pada segitiga siku-siku juga berlaku rumus Pythagoras, bahwa 'jumlah kuadrat kedua sisi yang membentuk siku-siku tersebut sama dengan kuadrat sisi miringnya'. Karena menggunakan acuan segitiga yang sama, dengan demikian rumus-rumus dasar trigonometri tersebut akan saling berhubungan dengan rumus Pythagoras. Dari segitiga siku-siku di atas, diperoleh rumus Pythagoras:

$$x^2 + y^2 = r^2$$

Sehingga rumus-rumus dasar trigonometrinya seperti berikut:

$$\sinus \alpha = \frac{\text{sisi tegak (didepan sudut } \alpha)}{\text{sisi miring}} = \frac{AB}{OB} = \frac{y}{r}$$

$$\cosinus \alpha = \frac{\text{sisi datar (dibawah sudut } \alpha)}{\text{sisi miring}} = \frac{OA}{OB} = \frac{x}{r}$$

$$\text{tangen } \alpha = \frac{\text{sisi tegak (didepan sudut } \alpha)}{\text{sisi datar (dibawah sudut } \alpha)} = \frac{AB}{OA} = \frac{y}{x}$$

2.2 Penelitian Yang Relevan

Berikut ini terdapat empat penelitian terdahulu yang relevan dan memiliki keterkaitan dengan judul penelitian ini:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Yohanes *et al.* (2016) dengan judul Beban Kognitif Siswa dalam Pembelajaran Materi Geometri. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa beban kognitif intrinsik disebabkan oleh kompleksitas materi geometri (seperti kesulitan membayangkan kedudukan titik/garis/bidang, operasi aljabar, kesebangunan, dan menentukan sudut). Beban kognitif ekstrinsik dipicu oleh cara penjelasan guru yang terlalu cepat dan gangguan suasana kelas yang gaduh. Sementara itu, beban kognitif *germane* muncul dari penggunaan aplikasi Cabri 3D dan pemberian variasi latihan soal yang membantu pembentukan skema pemahaman.

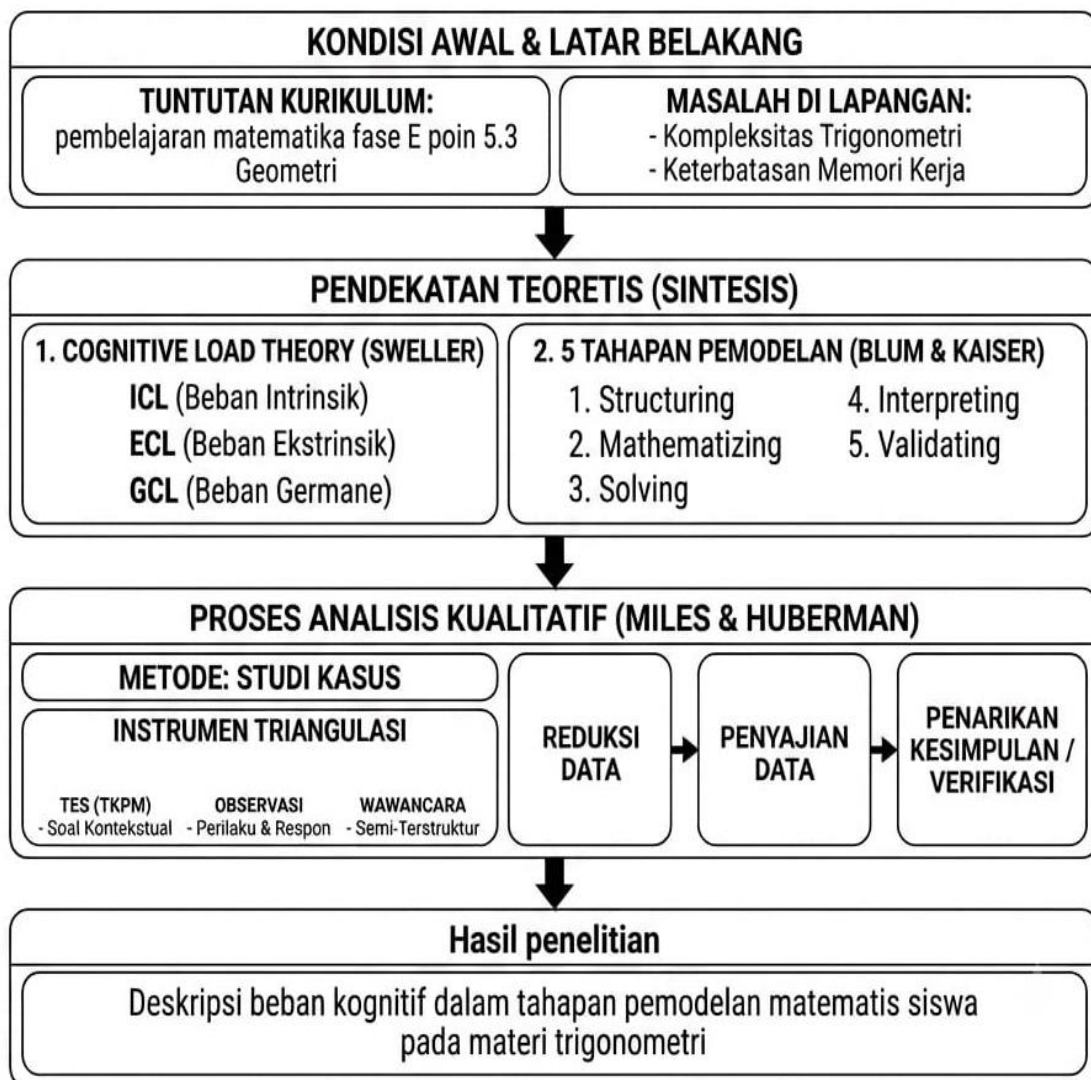
2. Penelitian yang dilakukan oleh Yuniar *et al.* (2019) dengan judul Analisis Beban Kognitif Siswa pada Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dalam Pokok Bahasan Perbandingan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berbanding lurus dengan besarnya beban kognitif *germane* (konstruktif) yang dikerahkan siswa. Timbulnya beban kognitif intrinsik dipicu oleh keterbatasan memori kerja siswa dalam mengingat kembali informasi/materi prasyarat, sedangkan beban ekstrinsik dipengaruhi oleh kurangnya fokus dan gangguan perilaku siswa selama proses pembelajaran.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Agustin *et al.* (2025) dengan judul Analisis Beban Kognitif Intrinsik Peserta Didik dalam Memecahkan Masalah Transformasi Geometri di Kelas XI. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa tingkat beban kognitif intrinsik peserta didik berasosiasi secara signifikan dengan kemampuan pemecahan masalahnya. Peserta didik berkemampuan tinggi memiliki beban intrinsik rendah hingga sedang dan mampu menyelesaikan masalah secara sistematis. Sebaliknya, peserta didik berkemampuan rendah mengalami beban intrinsik tinggi yang ditandai oleh kebingungan, kesulitan mengintegrasikan konsep, keterbatasan strategi visualisasi, serta tekanan mental saat memecahkan masalah.

2.3 Kerangka Berpikir

Pembelajaran matematika pada materi Trigonometri di SMK As Sulthoniah menghadapi tantangan berupa lemahnya pengetahuan prasyarat siswa serta tingginya kompleksitas materi yang menuntut siswa untuk memahami bahasa soal cerita, membayangkan segitiga, posisi sudut, serta memanipulasi rumus aljabar. Kondisi ini bertentangan dengan tuntutan Kurikulum Nasional (BSKAP No. 046/H/KR/2025 Fase E) yang mengharuskan siswa mampu mengaplikasikan perbandingan trigonometri dalam menyelesaikan masalah kehidupan nyata. Pada kenyataannya, keterbatasan memori kerja siswa serta lemahnya penguasaan materi prasyarat menyebabkan akumulasi beban kognitif saat dihadapkan pada soal cerita. Akibatnya, siswa mengalami kemacetan berpikir dalam melalui alur pemodelan matematis.

Untuk mengetahui akar permasalahan siswa, penelitian ini menghubungkan dua kerangka teoretis utama, yaitu Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*) yang dikategorikan menjadi tiga, yaitu beban kognitif intrinsik, ekstrinsik, dan *germane*. Analisis dilakukan pada 5 tahapan pemodelan matematis yang meliputi: (1) *structuring*,

(2) *mathematizing*, (3) *solving*, (4) *interpreting*, dan (5) *validating*. Melalui pendekatan kualitatif studi kasus, beban kognitif siswa dianalisis dari hasil Tes Kemampuan Pemodelan Matematis (TKPM), lembar observasi dan wawancara semiterstruktur. Seluruh data tersebut diolah secara induktif melalui reduksi data, penyajian data, dan verifikasi data. Hasil akhirnya adalah sebuah deskripsi mengenai bagaimana ketiga jenis beban kognitif muncul dalam tahapan pemodelan matematis.



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

2.4 Definisi Operasional

Untuk menghindari perbedaan penafsiran dan memperjelas batasan ruang lingkup penelitian, berikut adalah definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Beban Kognitif adalah kapasitas memori kerja yang digunakan siswa saat memproses informasi dan memecahkan masalah. Beban kognitif diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu: (1) beban kognitif instrinsik adalah beban yang diakibatkan oleh faktor internal akibat siswa yang kesulitan dari konsep trigonometri itu sendiri, (2) beban kognitif ekstrinsik adalah beban yang diakibatkan faktor eksternal yang dipicu oleh desain instruksional atau format penyajian soal yang buruk, (3) beban kognitif germane adalah usaha mental positif yang dikerahkan siswa secara sadar untuk memahami materi dan membangun skema pengetahuan baru.
2. Tahapan pemodelan matematis adalah proses yang dilalui siswa ketika menerjemahkan masalah dunia nyata (soa cerita kontekstual) ke dalam bentuk/ model matematika untuk menemukan solusinya. Terdapat lima tahapan pemodelan matematis antara lain: (1) *structuring* (menyusun struktur masalah), (2) *mathematizing* (mengubah ke model matematika), (3) *solving* (prosedur perhitungan), (4) *interpreting* (menafsirkan hasil), dan (5) *validating* (mengecek kembali).