

BEBAN KOGNITIF SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATERI GEOMETRI

Barep Yohanes, Subanji, Sisworo
Pendidikan Matematika Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: barepyohanes@gmail.com

Abstract: The purpose of the study describes the rises of cognitive load of students in learning geometry. The study used a qualitative approach. The results showed that the intrinsic cognitive load is derived from the number of elements of interactivity of position, distance, and angles between points, lines, and areas, congruency of triangles, algebraic and fractional operations. Intrinsic cognitive load comes from the complexity of the learning material that constitutes visualizing, performing algebraic operations, determining congruency triangle, and the angle of difficulties. Extraneous cognitive load that arise due to the way the teacher in explaining too fast and disturbance of some of friends who are crowded / noisy. Germane cognitive load that arises due to the use of Cabri 3D in learning and giving variable example.

Keywords: cognitive load, students, learning, geometry

Abstrak: Tujuan penelitian mendeskripsikan munculnya beban kognitif siswa dalam pembelajaran materi geometri. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kognitif *intrinsic* disebabkan oleh jumlah elemen interaktivitas yaitu kedudukan, jarak, dan sudut antara titik, garis, dan bidang, kesebangunan segitiga, operasi aljabar, dan operasi pecahan. Beban kognitif *intrinsic* disebabkan oleh kompleksitas materi, yaitu kesulitan membayangkan, kesulitan melakukan operasi aljabar, kesulitan menentukan kesebangunan segitiga, dan kesulitan menentukan besar sudut. Beban kognitif *extraneous* disebabkan oleh cara guru dalam menjelaskan terlalu cepat dan gangguan dari sebagian teman yang ramai/gaduh. Beban kognitif *germane* disebabkan oleh penggunaan Cabri 3D dalam pembelajaran dan pemberian latihan soal.

Kata kunci: beban kognitif, siswa, pembelajaran, geometri

Pembelajaran adalah proses interaksi antar siswa, antara siswa dan guru, dan sumber belajar pada lingkungan belajar (Permendikbud No. 103 Tahun 2014). Dalam lingkungan belajar yang menjadi tujuan utama adalah membantu siswa untuk dapat belajar. Interaksi antara siswa dan siswa membawa kepada suatu aktivitas yang dapat membuat proses belajar lebih menyenangkan (Takahashi, 2006). Guru akan menjadi fasilitator bagi siswa untuk melakukan kegiatan belajar. Guru harus memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam belajar (Murray, 2011) dan guru berperan sebagai pemberi motivasi, memfasilitasi dalam belajar, memberi stimulus, dan menciptakan lingkungan belajar bagi siswa (Subanji, 2015:1). Siswa akan lebih baik dalam belajar jika sumber belajar yang digunakan sesuai dengan konsep diri dari siswa (Rockliffe dan Gifford, 2012).

Teori belajar kognitif (*cognitive learning theories*) menekankan proses mental yang tidak dapat diamati yang digunakan orang untuk mempelajari dan mengingat informasi atau kemampuan baru (Slavin, 2009:176). Siswa dalam belajar berpusat pada kemampuan mental atau kognitifnya untuk dapat memahami yang dipelajarinya. Belajar selalu membutuhkan kemampuan kognitif untuk memproses informasi yang diperoleh dari lingkungan. Berpikir merupakan bagian dari kemampuan kognitif siswa dalam menghadapi setiap kegiatan belajar sehingga dalam belajar siswa harus diajak untuk berpikir (Subanji, 2015:14).

Beban kognitif merupakan usaha mental yang harus dilakukan dalam memori kerja untuk memproses informasi yang diterima pada selang waktu tertentu (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010; Sweller, Ayres, dan Kalyuga, 2011). Pemrosesan informasi dalam kognitif manusia ini disebut teori pemrosesan informasi. Teori pemrosesan informasi mengatakan bahwa bagian utama dari sistem memori yang bekerja dalam memproses informasi adalah memori jangka pendek (*short-term memory*) dan memori jangka panjang (*long-term memory*) (Slavin, 2009:216). Memori jangka panjang adalah bagian sistem memori yang menjadi tempat menyimpan informasi dalam kurun waktu yang lama. Memori jangka pendek atau yang disebut juga memori kerja (*working memory*) adalah sistem penyimpanan yang dapat memuat informasi dalam jumlah terbatas selama beberapa detik.

Teori beban kognitif menyatakan bahwa kekuatan dan keterbatasan arsitektur kognitif manusia berasal dari desain instruksional (Moreno, 2006). Teori beban kognitif membagi beban kognitif menjadi tiga, yaitu beban kognitif *intrinsic*, beban kognitif *extraneous*, dan beban kognitif *germane* (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010; Sweller, Ayres, dan Kalyuga, 2011).

Beban kognitif *intrinsic* mengacu pada elemen interaktivitas dalam materi. Beban kognitif *extraneous* mengacu pada desain instruksional yang membebani siswa dalam belajar. Beban kognitif *germane* mengacu pada usaha mental yang relevan dengan proses belajar.

Teori beban kognitif merupakan bagian dari teori pembelajaran yang berupaya untuk dapat memperbaiki pembelajaran dikedepannya (Kalyuga, 2011). Guru dalam pembelajaran harus melakukan perbaikan dan pembenahan dari kekurangan-kekurangan yang ada. Perbaikan kualitas pembelajaran membutuhkan eksplorasi pendekatan pedagogis dari guru. Teori beban kognitif mengungkapkan bahwa dalam pembelajaran guru harus mampu mengelola ketiga jenis beban kognitif. Dalam aplikasi pembelajaran beban kognitif *intrinsic* harus dikelola sebaik mungkin, beban kognitif *extraneous* harus ditekan serendah mungkin dan beban kognitif *germane* harus ditingkatkan (Jong, 2010; Lin dan Lin, 2013).

Konstruksi konsep dalam belajar matematika berhubungan dengan pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa. Belajar matematika memerlukan pengetahuan awal sebagai modal untuk membangun konsep baru (Subanji, 2015:1). Kegiatan menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan lama atau pengetahuan yang telah dimiliki memerlukan kemampuan pikiran. Pikiran akan memberikan respon terhadap suatu konsep matematika yang telah dipelajari. Konsep matematika yang dipelajari akan dihubungkan dengan konsep bersesuaian yang telah dimiliki.

Matematika adalah suatu alat untuk mengembangkan cara berpikir (Hudojo, 2005:36). Belajar matematika akan memberikan efek perkembangan kognitif yang membawa pada kemampuan berpikir yang lebih kompleks. Semakin sering siswa mencurahkan usahanya pada belajar matematika akan membentuk pemikiran yang mengarah pada sudut pandang lebih rumit terhadap suatu konsep matematika.

Geometri merupakan cabang dari matematika yang berhubungan dengan bentuk dan ruang. Siswa dalam belajar geometri yang menjadi kesulitan atau kendala adalah saat memahami bentuk. Banyak siswa gagal mengembangkan pemahaman yang layak untuk konsep geometri, penalaran geometri, dan keterampilan *problem solving* geometri (Saha, 2010). Dalam belajar geometri yang menjadi kesulitan adalah konfigurasi secara sudut pandang (*Perceptual Organization*), pengenalan (*recognition*), dan representasi dari sudut pandang (*representation of perception*) (Gal dan Linchevski, 2010). Dalam belajar geometri yang menjadi permasalahan adalah kesulitan dalam mengkonfigurasi pemahaman (Lin dan Lin, 2013). Lin dan Lin juga membuktikan bahwa jumlah elemen informasi, tingkat interaksi elemen, dan tingkat operasi mental merupakan tiga sumber utama beban kognitif dalam konfigurasi pemahaman, terutama berkenaan dengan geometri pemecahan masalah.

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan kajian teori di atas maka dilakukan suatu penelitian dengan judul *Beban Kognitif Siswa dalam Pembelajaran Materi Geometri*. Berdasarkan judul penelitian maka diberikan suatu rumusan masalah, yakni bagaimana munculnya beban kognitif siswa dalam pembelajaran materi geometri?. Tujuan dari penelitian ini untuk mendeskripsikan munculnya beban kognitif siswa dalam pembelajaran materi geometri.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif. Pendekatan kualitatif digunakan karena tujuan dari penelitian ini untuk menggambarkan, menggali, dan menemukan sudut pandang yang luas mengenai beban kognitif siswa (Johnson dan Christensen, 2004). Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif digunakan karena dalam penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan beban kognitif dalam pembelajaran materi geometri (Creswell, 2009:19—21).

Penelitian dilakukan di SMK TELKOM Malang, dengan alamat Jl. Danau Ranau, Sawojajar, Malang. Penelitian dilakukan pada siswa kelas X RPL 3 yang merupakan kelas jurusan Rekayasa Perangkat Lunak 3 tahun pelajaran 2015/2016. Karakter siswa yang terlihat pada kelas ini adalah bervariasi. Dari hasil wawancara dengan guru kelas dan observasi awal, hasil belajar yang diperoleh sangat beragam.

Peneliti dalam penelitian berperan sebagai instrumen utama sekaligus pengumpul data. Peneliti mengamati kegiatan pembelajaran matematika khususnya materi geometri sebanyak 3 pertemuan atau selama pembahasan materi geometri. Pembelajaran yang diamati adalah kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru matematika seperti biasa tanpa ada rekayasa atau pengaturan. Kegiatan ini dilakukan agar hasil yang diperoleh memang benar-benar menggambarkan beban kognitif dalam pembelajaran materi geometri.

Instrumen pendukung yang digunakan dalam penelitian ini ada 4 instrumen, yaitu lembar observasi, jurnal belajar siswa, pedoman wawancara, dan rekaman video pembelajaran. Lembar observasi diisi oleh satu observer dan disusun berdasarkan indikator-indikator beban kognitif dan juga kesulitan ataupun usaha siswa dalam kegiatan pembelajaran. Jurnal belajar siswa diisi oleh siswa dan disusun berdasarkan kesulitan ataupun usaha yang dirasa siswa dalam pembelajaran. Pedoman wawancara digunakan oleh peneliti untuk melakukan wawancara semi terstruktur berdasarkan kesulitan dan usaha siswa dalam pembelajaran. Peneliti merekam dan mengamati selama kegiatan pembelajaran.

Langkah-langkah dalam penelitian ini ada empat langkah, yaitu persiapan, pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan laporan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini ada 7 (tujuh), yaitu mentranskrip data verbal, memahami data, mereduksi data, pengkodean data, menggambarkan struktur dari pengkodean, menganalisis, dan penarikan kesimpulan. Pemeriksaan keabsahan temuan menggunakan dua strategi yang dikemukakan oleh Creswell (2014:286—288), yaitu strategi triangulasi dan strategi menyajikan informasi yang berbeda (*negative or discrepant information*).

HASIL

Selama melakukan penelitian, peneliti mendapatkan beberapa data yang berhubungan dengan beban kognitif yang muncul pada pembelajaran materi geometri. Data yang diperoleh berupa beban kognitif yang muncul dan juga penyebab beban kognitif yang muncul dalam pembelajaran geometri. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah munculnya beban kognitif *intrinsic*, beban kognitif *extraneous*, dan beban kognitif *germane* dalam pembelajaran geometri.

Beban kognitif *intrinsic* yang muncul dalam belajar geometri berhubungan dengan kesulitan siswa dalam membayangkan kedudukan titik, garis, dan bidang dalam bangun ruang. Siswa merasa kesulitan saat mereka memahami kedudukan titik, garis, dan bidang dalam bangun ruang. Kesulitan ini terungkap dari dialog antara guru dan siswa sebagai berikut.

G : Sekarang, bidang yang sejajar dengan BDG?, Kebayang apa tidak bidang BDG?

S : Kebayang

S...: Sebentar, sebentar, bidang BDG (sambil membayangkan bidang BDG pada gambar).

Dari dialog guru dan siswa juga terlihat bahwa kesulitan siswa adalah membayangkan kedudukan garis yang tegak lurus dengan bidang.

G : Perhatikan ruas garis EF, akan kita proyeksikan dengan layar penangkapnya ABCD. Kita harus menarik EF ke ABCD secara tegak lurus. Ditarik kemana EF?, yaitu AB

S : Lo.....

Kesulitan juga terjadi saat siswa membayangkan operasi aljabar atau pembagian yang terungkap dari dialog antara guru dan siswa berikut.

G : Kalau $\frac{1}{a}$ semakin kecil mendekati 0 maka nilai a semakin besar. Kalau sampai mepet sekali sampai ke 0, nilai a besar sekali, mboh piro iku. Kebayang apa tidak?

S : Ndak, tidak

Kesulitan membayangkan bentuk dan juga kedudukan suatu titik, garis, dan bidang menjadi beban kognitif bagi siswa dalam belajar. Selain dari dialog dalam pembelajaran, kesulitan siswa dalam membayangkan juga didukung oleh hasil jurnal belajar siswa yang telah dilaporkan. Setelah pembelajaran selesai, siswa diminta untuk mengisi jurnal belajar berisi tentang kesulitan yang dirasa oleh siswa saat belajar geometri. Dari jurnal belajar yang diberikan untuk diisi oleh siswa selama tiga pertemuan pembelajaran geometri, diperoleh hasil bahwa siswa kurang bisa membayangkan. Mereka kesulitan dalam segi membayangkan kedudukan titik, garis, dan bidang dalam bangun ruang. Mereka juga kesulitan dalam membayangkan sudut yang dibentuk oleh garis dengan garis atau bidang. Kesulitan dalam membayangkan ini juga diperjelas dari hasil wawancara antara peneliti dan siswa.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 1.

P : Apakah materi yang barusaja dipelajari menurut anda sulit? Dimana letak kesulitannya?

S1 : Ya gk sulit, Cuma susah bayanginnya.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 2.

P : Apakah ada yang sulit dari materi pembelajaran tadi?

S2 : Kalau di geometri biasanya susah mbayanginnya.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 3.

P : Apa kesulitan anda dalam belajar geometri tadi?

S3 : Sulitnya itu membayangkannya, membayangkan letak segitiganya itu.

Beban kognitif *intrinsic* selanjutnya disebabkan oleh kurangnya kemampuan siswa tentang operasi aljabar. Operasi aljabar berhubungan dengan kemampuan dalam menentukan panjang suatu garis, panjang suatu jarak dan besar suatu sudut. Materi geometri yang dipelajari juga mencakup dalam menentukan panjang jarak dan menentukan besar sudut. Beban kognitif *intrinsic* yang disebabkan oleh kurangnya kemampuan siswa tentang operasi aljabar terungkap dari kebingungan siswa dalam memahami panjang diagonal ruang kubus. Dalam pembelajaran guru memberikan latihan soal tentang sebuah bangun kubus yang memiliki panjang rusuk 10 cm. Kemudian guru mengatakan bahwa panjang diagonal ruang dari kubus tersebut $10\sqrt{3}$ cm. Dari pernyataan guru ini ada beberapa siswa yang mengalami kebingungan dari panjang diagonal ruang yang diberikan guru. Selain itu kesulitan tentang operasi aljabar juga terlihat dari pembahasan nilai $\lim_{a \rightarrow 0} \frac{1}{a} = \infty$. Dari pembahasan ini siswa kurang memahami tentang operasi aljabar yang disampaikan oleh guru. Kesulitan operasi aljabar terungkap dari dialog antara guru dan siswa berikut.

G : Kalau $\frac{1}{a}$ semakin kecil mendekati 0 maka nilai a semakin besar. Kalau sampai mepet sekali sampai ke 0, nilai a besar sekali, mboh piro iku. Kebayang apa tidak?

S : Ndak, tidak

Kesulitan dalam operasi aljabar ini didukung juga dari jurnal belajar siswa yang diisi. Beberapa siswa mengisi bahwa mereka mengalami kesulitan/kurang bisa melakukan operasi aljabar. Kesulitan yang dirasakan siswa ini juga diperjelas oleh hasil wawancara antara peneliti dan siswa 3 berikut.

P : Apa yang menjadi kesulitan anda dalam belajar geometri?

S3 : Kesulitannya ya pada waktu operasinya itu, perhitungannya kurang lancar.

Dan lebih diperjelas lagi dari hasil wawancara antara peneliti dan siswa 1.

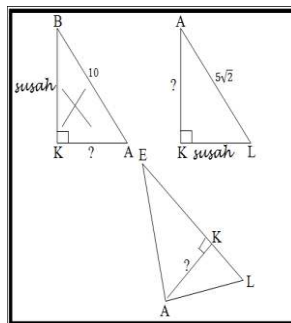
P : Apakah materi yang barusaja dipelajari menurut anda sulit? Dimana letak kesulitannya?

S1 : Ya gk sulit, Cuma susah bayanginnya.

P : Kalau menentukan jarak, melakukan perhitungan?

S1 : Tidak bisa, tidak seberapa bisa.

Beban kognitif *intrinsic* juga disebabkan oleh kesulitan yang dialami siswa dalam menentukan segitiga dalam bangun ruang yang digunakan untuk menentukan jarak. Dalam menentukan jarak antara titik dengan titik/garis/bidang atau menentukan besar suatu sudut antara garis dengan garis/bidang, sebagian besar menggunakan teorema pythagoras. Dengan penggunaan teorema pythagoras ini sehingga membutuhkan bangun segitiga siku-siku untuk menghitung panjang jarak yang akan ditentukan. Selain menentukan segitiga yang digunakan, siswa juga mengalami kesulitan dalam menentukan perbandingan kesebangunan 2 buah segitiga. Kesulitan menentukan segitiga dalam bangun ruang yang digunakan dapat terungkap dari kesulitan siswa memilih segitiga.



Gambar 1. segitiga-segitiga yang dipilih oleh siswa

Dari gambar 1 dan dari hasil lembar observasi terlihat bahwa siswa sempat mengalami kebingungan saat memilih segitiga. Dari gambar 1 terlihat bahwa siswa sempat memilih 2 buah segitiga yang sulit digunakan untuk menghitung panjang ruas garis AK dan akhirnya guru menyarankan untuk menggunakan segitiga ALE yang lebih mudah untuk menentukan panjang ruas garis AK. Saat menggunakan segitiga ALE, siswa harus bisa memahami sifat dari kesebangunan 2 buah segitiga. Kesulitan dalam menentukan segitiga juga terungkap dari hasil jurnal belajar siswa yang telah diisi. Siswa merasa kerang bisa dalam memilih cara dalam menentukan jarak. Kemudian untuk kesulitan dalam menentukan segitiga juga lebih diperjelas dari hasil wawancara antara peneliti dan siswa.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 5.

P : Apa yang menjadi kesulitan anda dalam memahami materi dalam pembelajaran tadi?

S5 : Ya kalau sudah masuk ke yang agak komplek gitu, pada saat dipecah-pecah segitiga-segitiga, itu yang agak sulit.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 6.

P : Apa yang menjadi kesulitan anda dalam materi yang dipelajari tadi?

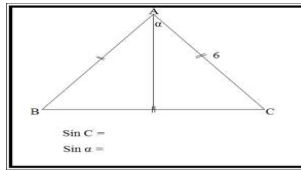
S6 : Menentui segitiga-segitiga tadi itu, segitiga kesebangunan tadi.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 3.

P : Apa kesulitan anda dalam belajar geometri?

S3 : sulitnya itu membayangkannya, membayangkan letak segitiganya itu.

Beban kognitif *intrinsic* juga disebabkan oleh kesulitan siswa dalam menentukan besar sudut antara garis dengan garis/bidang. Dalam kesulitan menentukan besar sudut ini berhubungan dengan materi trigonometri. Besar sudut yang dibentuk berhubungan dengan nilai perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku. Siswa harus memahami tentang perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku sebelum mereka dapat menentukan besar sudut antara garis dengan garis/bidang. Beban kognitif *intrinsic* ini dapat terlihat dari kesalahan yang terjadi pada saat guru memberikan sebuah segitiga berikut.



Gambar 2. segitiga yang diberikan guru untuk menjelaskan nilai perbandingan

Dari gambar 2, guru bertanya tentang besar nilai perbandingan $\sin C$ dan terlihat kesalahan yang dialami siswa melalui percakapan antara guru dan siswa berikut.

G : *Sin C, bernilai berapa?*

S : *Satu*

G : *Kok bisa?*

S : *Karena 6 per 6 pak!*

G : *Kok iso 6 per 6 gimana?*

S : *Itu kan depan per miring*

.....
G : *Nah, ini yang salah konsep mau!, harusnya apa?, segitiganya?*

S : *Suku-siku*

G : *Harus segitiga siku-siku*

Selain dari percakapan tentang kesalahan siswa ini, kesulitan dalam menentukan sudut juga didukung dari hasil jurnal belajar siswa. Jurnal belajar siswa diisi tentang kesulitan yang dirasakan siswa dalam belajar geometri. Dari hasil jurnal belajar siswa diperoleh bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membayangkan sudut. Kesulitan menentukan sudut ini juga diperjelas dari hasil wawancara antara peneliti dan siswa 7.

P : *Dimateri geometri yang dipelajari tadi, dibagian mana menurut anda yang mengalami kesulitan?*

S7 : *yang nyari sudut-sudutnya itu, membayangkannya terkadang juga susah terkadang juga tidak.*

Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran materi geometri ini dapat dilihat dari hasil jurnal belajar siswa dan juga hasil wawancara dengan siswa. Beban kognitif *extraneous* merupakan beban kognitif yang disebabkan oleh desain intruksional yang mengganggu siswa dalam memahami materi pembelajaran. Beban kognitif *extraneous* muncul saat guru dalam menjelaskan materi terlalu cepat. Guru dalam menjelaskan materi terlalu cepat membuat siswa semakin sulit dalam memahami materi. Siswa merasa bahwa suatu topik materi yang belum sepenuhnya mereka pahami harus ditinggalkan dan melanjutkan pemahamannya pada topik materi yang lain. Guru dalam menyampaikan materi terlalu cepat terungkap dari hasil jurnal belajar yang diisi oleh siswa. Siswa mengungkapkan bahwa permasalahan yang mengganggu mereka dalam belajar adalah cara guru dalam menyampaikan materi terlalu cepat. Cara guru dalam menyampaikan materi terlalu cepat diperjelas dari hasil wawancara antara peneliti dan siswa 1.

P : *Bagaimana cara mengajar guru menurut anda?*

S1 : *Ya terkadang terlalu cepat.*

Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran materi geometri disebabkan oleh siswa yang ramai. Guru dalam mengajar terkadang tidak sepenuhnya dapat mengontrol keseluruhan siswa. Ada sebagian siswa yang asyik dengan kegiatannya sendiri pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Siswa yang asyik dengan kegiatannya sendiri ini mengakibatkan keadaan gaduh atau ramai. Siswa yang memerhatikan pelajaran akan semakin sulit dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru. Siswa merasa semakin sulit dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru dikarenakan sebagian siswa ramai. Dari hasil jurnal belajar siswa terungkap bahwa mereka terganggu oleh situasi kelas yang ramai. Siswa melaporkan gangguan mereka dalam pembelajaran adalah keadaan kelas gaduh yang disebabkan oleh sebagian teman yang ramai. Keadaan ini juga diperjelas oleh hasil wawancara antara peneliti dan siswa.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 6.

P : *Apakah ada yang mengganggu anda selama pembelajaran?*

S6 : *Suara teman, kadang itu lo, ruame sendiri, kalau ngantok juga jadi gak konsen.*

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 2.

P : *Dari kegiatan pembelajaran tadi, apakah ada gangguan bagi saudara?*

S2 : *Teman ramai.*

Beban kognitif *germane* dalam pembelajaran materi geometri dapat dilihat dari hasil jurnal belajar siswa, hasil observasi, dan juga hasil wawancara dengan siswa. Beban kognitif *germane* merupakan beban kognitif yang berasal dari usaha

siswa yang relevan dengan pemahaman materi dalam pembelajaran. Siswa saat memahami materi memerlukan usaha mental untuk memproses materi baru yang akan mereka pahami. Beban kognitif *germane* muncul saat guru menggunakan program aplikasi Cabri 3D dalam menjelaskan kedudukan dalam bangun ruang. Guru dalam menjelaskan menggunakan aplikasi Cabri 3D yang dapat melihat kedudukan suatu bangun dari beberapa sudut pandang. Dari kegiatan guru ini dapat mempermudah siswa dalam memahami materi yang diajarkan yaitu tentang geometri. Hasil observasi mengungkap bahwa siswa lebih termotivasi dan aktif dalam pembelajaran saat guru menggunakan aplikasi Cabri 3D dalam menunjukkan kedudukan titik, garis, dan bidang dalam bangun ruang. Dari hasil jurnal belajar yang diisi siswa juga terungkap bahwa siswa akan lebih mudah memahami jika diberikan gambar bangun yang lebih jelas. Dari hasil wawancara juga terungkap bahwa siswa lebih suka saat guru menjelaskan menggunakan program Cabri 3D. Saat peneliti bertanya kepada beberapa siswa untuk menanyakan bagaimana pendapat mereka tentang pembelajaran yang menggunakan program Cabri 3D, mereka cenderung merasa mudah dalam memahami bangun ruang.

Beban kognitif *germane* juga muncul saat guru memberikan latihan soal yang sesuai dengan materi yang telah dipelajari. Penggunaan latihan soal atau contoh soal akan melatih siswa untuk membangun kemampuan otomatisasi dalam memahami materi yang dipelajari. Dengan diberikannya latihan soal yang semakin rumit dan sulit akan membuat siswa semakin mengerti kekurangan yang ada pada diri mereka. Saat mereka tidak bisa mengerjakan latihan soal maka mereka akan mengerti kekurangan mereka dan akan berusaha melengkapi pemahaman mereka tentang bagian yang belum mereka pahami. Dari jurnal belajar siswa terungkap bahwa siswa akan berlatih dengan contoh soal yang sejenis saat mereka belum kurang memahami suatu materi yang dipelajari. Siswa akan mencurahkan usahanya untuk mengerjakan latihan soal saat mereka kurang memahami materi yang terungkap dari hasil wawancara antara peneliti dan siswa.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 2.

P : Kalau tidak paham materinya, apa yang anda lakukan?

S2 : Menggambar lebih jelas dan mencoba mengerjakan latihan soalnya.

Hasil wawancara antara peneliti dan siswa 8.

P : Bagaimana cara guru dalam menjelaskan sehingga membuat anda lebih mudah memahaminya?

S8 : Pak RL kalau menjelaskan mudah, dibuatkan contohnya.

PEMBAHASAN

Teori beban kognitif membagi beban kognitif menjadi 3 (tiga) yaitu, beban kognitif *intrinsic*, beban kognitif *extraneous*, dan beban kognitif *germane*. Beban kognitif *intrinsic* dan beban kognitif *extraneous* adalah beban kognitif yang berhubungan dengan elemen interaktivitas dalam pembelajaran sedangkan beban kognitif *germane* adalah beban kognitif yang berhubungan dengan usaha mental yang relevan dengan pemahaman. Beban kognitif *intrinsic* dan beban kognitif *extraneous* cenderung mengganggu dalam pembelajaran sedangkan beban kognitif *germane* cenderung mendukung dalam pembelajaran (Lin dan Lin, 2013). Beban kognitif *extraneous* yang tinggi dalam pembelajaran mengakibatkan kinerja siswa buruk sedangkan beban kognitif *germane* yang tinggi mengakibatkan kinerja siswa semakin baik (Jong, 2010).

Beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran disebabkan oleh dua hal yaitu, elemen interaktivitas (*element interactivity*) dan elemen yang terpisah/berinteraksi (*isolated/interacting element*) (Artino, 2008). Elemen yang berinteraksi berhubungan dengan jumlahnya topik materi yang berhubungan sedangkan elemen yang terpisah/berinteraksi berhubungan dengan kompleksitas/kerumitan materi. Kedua faktor ini memengaruhi besarnya beban kognitif *intrinsic* yang diemban siswa pada saat kegiatan pembelajaran. Lin dan Lin (2013) mengemukakan bahwa beban kognitif *intrinsic* yang muncul dalam pembelajaran disebabkan oleh elemen yang harus diproses secara bersamaan antar unsur-unsur dalam materi. Sejalan dengan pendapat Kalyuga (2011) bahwa beban kognitif *intrinsic* ditentukan oleh interaksi antar unsur penting dari informasi yang digunakan untuk memahami materi.

Beban kognitif *intrinsic* yang muncul disebabkan oleh kesulitan siswa dalam membayangkan. Siswa mengalami kesulitan dalam membayangkan kedudukan suatu titik, garis, dan bidang. Elemen interaktivitas yang berhubungan dengan kesulitan membayangkan adalah menentukan kedudukan dari suatu titik, garis, dan bidang. Siswa harus mampu merepresentasikan dan menafsirkan kedudukan suatu titik, garis, dan bidang sehingga kemudian siswa mampu menentukan jarak dari titik, garis, dan bidang. Siswa dalam belajar geometri memang mengalami kesulitan dalam membayangkan. Kesulitan membayangkan mengakibatkan siswa kurang mampu mengkonfigurasi secara sudut pandang, pengenalan bentuk dan kedudukan, dan representasi dari sudut pandang (Gal dan Linchevski, 2010). Kesulitan membayangkan ini memberikan beban kognitif *intrinsic* yang berasal dari jumlah elemen interaktivitas berupa menentukan kedudukan titik, garis, dan bidang.

Beban kognitif *intrinsic* yang muncul disebabkan oleh kesulitan yang dialami siswa karena kurang bisa dalam melakukan operasi aljabar. Operasi aljabar merupakan materi prasyarat yang dibutuhkan dalam menentukan atau menghitung jarak antara titik, garis, dan bidang. Siswa dalam menentukan jarak suatu titik, garis, dan bidang memerlukan kemampuan dalam melakukan operasi aljabar yang berhubungan dengan perkalian, pembagian, penjumlahan, pengurangan, perpangkatan, dan akar. Siswa yang kurang bisa melakukan operasi aljabar akan memberikan beban pada kognitif siswa karena siswa harus memahami sifat dari masing-masing operasi aljabar yang digunakan. Kemampuan siswa dalam melakukan operasi aljabar merupakan beban kognitif *intrinsic* karena merupakan elemen yang sudah dipelajari dan berhubungan dengan elemen yang dipelajari saat ini (Kalyuga, 2011).

Beban kognitif *intrinsic* yang muncul diakibatkan dari kesulitan siswa dalam menentukan segitiga dalam bangun ruang. Siswa mengalami kesulitan ini dikarenakan siswa kurang mampu mengenali bentuk segitiga yang berada pada bangun ruang (Gal dan Linchevski, 2010). Bidang segitiga dalam bangun ruang digunakan sebagai bidang bantu dalam menentukan jarak titik, garis, dan bidang. Bidang segitiga yang digunakan sebagai bidang bantu menentukan jarak adalah konsep segitiga siku-siku atau konsep kesebangunan dua segitiga. Elemen-elemen ini memberikan beban pada kognitif siswa meskipun kesebangunan dua segitiga dan segitiga siku-siku sudah pernah mereka pelajari. Siswa harus menghubungkan atau menggunakan konsep tersebut untuk menentukan jarak titik, garis, dan bidang. Beban kognitif *intrinsic* merupakan interaksi antar elemen yang harus diproses secara bersama-sama antar unsur-unsur dalam materi (Lin dan Lin, 2013). Sehingga menentukan segitiga dalam bangun ruang ini merupakan beban kognitif *intrinsic* yang diterima oleh siswa saat belajar geometri.

Beban kognitif *intrinsic* juga disebabkan oleh kesulitan siswa dalam menentukan besar sudut antara garis dengan garis/bidang. Menentukan besar sudut antara garis dengan garis/bidang memerlukan elemen lain selain dari geometri. Siswa harus memiliki kemampuan trigonometri untuk menentukan besar sudut antara garis dengan garis/bidang. Trigonometri yang digunakan dalam menentukan sudut ini merupakan perbandingan sinus, cosinus, dan tangen dalam segitiga siku-siku (Beecher, Penna, dan Bittinger, 2012). Saat siswa kurang mampu dalam memahami trigonometri perbandingan sudut-sudut istimewa akan memberikan beban kognitif yang besar pada saat siswa menentukan besar sudut. Selain dari kemampuan trigonometri, kemampuan untuk mengkonfigurasi atau merubah sudut pandang (Gal dan Linchevski, 2010) bidang segitiga dalam bangun ruang juga menjadi kesulitan dalam menentukan besar sudut ini. Ketika siswa tidak mampu melihat (mengenali) bidang segitiga yang digunakan untuk menentukan besar sudut, siswa akan mengalami kesulitan dalam menentukannya. Elemen yang berinteraksi dalam geometri ini merupakan materi nilai perbandingan sudut istimewa dan memahami bidang segitiga dalam bangun ruang.

Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran materi geometri terlihat dari kondisi atau situasi yang berhubungan dengan desain instruksional. Beban kognitif *extraneous* merupakan beban yang berasal dari desain instruksional yang membuat semakin membebani siswa dalam belajar (Sweller, Ayres, dan Kalyuga, 2011). Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran harus ditekan serendah mungkin karena beban kognitif *extraneous* merupakan beban kognitif yang mengganggu siswa dalam belajar (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010). Dalam pembelajaran bila beban kognitif *extraneous* terlalu tinggi mengakibatkan kinerja siswa akan lebih buruk (Jong, 2010).

Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran materi geometri disebabkan oleh cara guru dalam menjelaskan terlalu cepat. Siswa dalam belajar geometri memerlukan kemampuan untuk membayangkan bentuk bangun. Siswa akan mengalami kesulitan dan beban yang lebih berat saat mereka belum memahami bentuk tetapi guru melanjutkan pada materi selanjutnya. Cara guru dalam menjelaskan terlalu cepat ini disebut juga kondisi yang sementara (*transiency situations*) (Kalyuga, 2011). Siswa akan mengalami kebingungan dan merasa putus asa karena belum memahami dan belum mentransfer materi yang disampaikan pada sistem kognitif mereka. Keadaan ini juga bisa mengakibatkan beban kognitif *extraneous* pada pembelajaran kedepannya semakin berat. Siswa yang kurang memahami materi saat itu akan juga mengalami kesulitan dalam memahami materi yang akan datang. Ini dikarenakan dalam matematika materi yang disampaikan hirarki atau berurutan. Cara guru dalam menyampaikan materi yang terlalu cepat akan memberikan beban yang semakin berat bagi siswa untuk memahami dan memberikan makna pada suatu materi tersebut. Siswa dalam belajar harus bermakna sehingga siswa akan lebih memahami materi yang diajarkan (Choppin, 2011).

Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran materi geometri juga disebabkan oleh sebagian siswa yang gaduh atau ramai. Siswa yang gaduh atau ramai adalah siswa yang tidak memerhatikan saat guru menjelaskan. Situasi kelas yang gaduh atau ramai merupakan akibat dari desain instruksional dari guru yang tidak mencakup keseluruhan siswa. Pembelajaran yang dilakukan guru dominan hanya pada sebagian siswa sehingga sebagian siswa akan ramai dan gaduh sendiri. Situasi ini juga disebut juga kondisi perhatian yang terbagi (*split-attention situation*) (Kalyuga, 2011). Siswa yang memerhatikan pembelajaran akan membagi perhatiannya antara mendengarkan penjelasan guru dengan kegaduhan yang disebabkan oleh sebagian siswa. Sehingga kondisi pembelajaran yang ramai ini harus ditekan serendah mungkin agar siswa dapat memusatkan perhatiannya pada pembelajaran. Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran harus ditekan serendah mungkin (Gerven, Paas, dkk, 2002).

Beban kognitif *germane* dalam pembelajaran materi geometri merupakan usaha siswa yang relevan dalam memahami materi. Beban kognitif *germane* berasal dari usaha yang dicurahkan siswa untuk memahami materi. Usaha ini diperuntukkan untuk membangun skema dan otomatisasi dalam pembelajaran. beban kognitif *germane* merupakan beban yang disebabkan oleh upaya siswa untuk memproses dan memahami materi (Sweller, Ayres, dan Kalyuga, 2011). Dalam pembelajaran, beban kognitif *germane* ini sangat memfasilitasi siswa untuk belajar (Lin dan Lin, 2013). Sehingga dalam pembelajaran bahwa beban kognitif *germane* harus ditingkatkan (Jong, 2010). Kegiatan pengelolaan beban kognitif *intrinsic* yang sesuai akan memberikan dampak peningkatan beban kognitif *germane* dalam pembelajaran (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010).

Beban kognitif *germane* dalam pembelajaran materi geometri disebabkan oleh usaha guru saat menjelaskan menggunakan bantuan program aplikasi Cabri 3D. Penggunaan program aplikasi Cabri 3D ini bertujuan untuk mempermudah siswa dalam memahami kedudukan titik, garis, dan bidang dalam bangun ruang. Dengan penggunaan program komputer yang relevan dengan penyampaian materi yang berhubungan dengan kedudukan titik, garis, dan bidang membuat siswa lebih mudah.

Pengelolaan penyampaian materi (beban kognitif *intrinsic*) yang sesuai akan memberikan dampak peningkatan beban kognitif *germane* dalam pembelajaran (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010). Dalam penggunaan program Cabri 3D ini digunakan guru untuk membantu siswa dalam berimajinasi (membayangkan). Dengan bantuan Cabri 3D dapat membuat siswa dapat berimajinasi lebih mudah untuk memahami bentuk. Kegiatan berimajinasi ini merupakan penyebab munculnya beban kognitif *germane* yang disebut *imagination* (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010).

Beban kognitif *germane* dalam pembelajaran materi geometri juga disebabkan oleh pemberian latihan soal oleh guru. Dalam pembelajaran guru akan memberikan latihan soal guna mengetahui seberapa besar pemahaman siswa tentang materi yang baru saja disampaikan. Latihan soal berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada siswa memperbaiki pemahaman yang salah. Latihan soal juga berfungsi untuk siswa dapat bertanya tentang kekurangan dari pemahaman tentang materi geometri yang disampaikan oleh guru. Pemberian latihan soal ini merupakan penyebab munculnya beban kognitif *germane* yang disebut dengan *variable examples* (Plass, Moreno, dan Brunken, 2010). Melalui latihan soal ini dapat digunakan untuk pembentukan skema tentang geometri dan juga kemampuan otomatisasi tentang pemahaman geometri (Lin dan Lin, 2013).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran geometri muncul akibat dari jumlah elemen interaktivitas yang harus dipelajari dan kompleksitas dari materi yang dipelajari. Beban kognitif *intrinsic* yang diakibatkan oleh jumlah elemen interaktivitas adalah banyaknya topik materi yang harus dipelajari dalam suatu materi. Elemen yang berinteraktivitas dalam belajar geometri adalah kedudukan titik, garis, dan bidang, jarak titik, garis, dan bidang, sudut antara garis dengan garis/bidang, kesebangunan segitiga, operasi dalam aljabar, dan operasi pecahan. Kompleksitas materi dalam belajar materi geometri adalah kesulitan dalam membayangkan, kesulitan melakukan operasi aljabar, kesulitan menentukan kesebangunan segitiga, dan kesulitan menentukan besar sudut.

Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran materi geometri muncul akibat dari desain instruksional yang membuat siswa lebih sulit dalam memahami materi. Beban kognitif *extraneous* dalam pembelajaran geometri diakibatkan oleh cara guru dalam menyampaikan materi terlalu cepat dan kondisi pembelajaran yang disebabkan oleh sebagian siswa yang ramai.

Beban kognitif *germane* dalam pembelajaran materi geometri muncul dari hasil usaha siswa yang relevan terhadap pemahaman geometri. Beban kognitif *germane* dalam pembelajaran geometri diakibatkan oleh cara guru dalam menyampaikan materi menggunakan bantuan program Cabri 3D dan memberikan latihan soal relevan dengan materi yang dipelajari.

Saran

Dalam penelitian ini, peneliti hanya membahas tentang munculnya beban kognitif dalam pembelajaran geometri. Untuk penelitian kedepannya peneliti menyarankan kepada peneliti lain untuk mencari tingkatan beban kognitif yang muncul dalam pembelajaran baik itu beban kognitif yang tinggi, sedang, dan rendah.

Penelitian lain yang dapat dilakukan adalah mencari hubungan tingkatan beban kognitif yang diemban siswa terhadap pemahaman siswa. Penelitian yang berhubungan dengan pembelajaran dapat dilakukan dengan mendesain langkah-langkah pembelajaran yang efektif berdasarkan teori beban kognitif. Beban kognitif *intrinsic* harus dikelola, beban kognitif *extraneous* harus ditekan serendah mungkin, dan beban kognitif *germane* harus ditingkatkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Artino, A. R. Jr. 2008. Cognitive Load Theory and the role of learner experience: An Abbreviated Review for Education Practitioners. *Association for the Advancement of Computing In Education Journal*, 16 (4):425—439.
- Beecher, J. A., Penna, J. A., dan Bittinger, M. L. 2012. *Algebra and Trigonometri*: 4th edition. USA: Person Education, Inc.
- Choppin, J. 2011. The role of local theories: teacher knowledge and its impact on engaging students with challenging tasks. *Math Ed Res J*.
- Creswell, J. W. 2009. *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*, edisi-3. Terjemahan oleh Achmad Fawai. 2014. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gal H. Dan Linchevski L. 2010. To see or not to see: Analyzing Difficulties in Geometry From the Perspective of Visual Perception. *Educ Stud Math*. 74: 163—183.
- Gerven, V. M.W. P., Paas, C. W. G. C. dkk. 2002. Cognitive load theory and aging: effects of worked examples on training efficiency. *Elsevier Science Ltd. Learning and Instruction*. 12: 87—105.
- Hudojo, H. 2005. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang.
- Johnson, B. dan Christensen, L. 2004. *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches, second Edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Jong, D. T. 2010. Cognitive Load Theory, Educational Research, and Instructional Design: some food for thought. *Instructional Sciences*. 38:105—134
- Kalyuga, S. 2011. Informing: A Cognitive Load Perspective. *The International Journal of an Emerging Transdiscipline*. 14:33—45.

- Lin, H. dan Lin, J. 2013. Cognitive Load for Configuration Comprehension in Computer-Supported Geometry Problem Solving: An Eye Movement Perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 12: 605—627.
- Moreno, R. 2006. When worked examples don't work: Is cognitive load theory at an Impasse?. *Elsevier Ltd.: Learning and Instruction*. 16:170—181.
- Murray, S. 2011. The development of children's understanding of mathematical patterns through mathematical activities. *Research in Mathematics Education: British Society for Research into Learning Mathematics*, 13 (3) : 269—285.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. 2014. Jakarta: PERMENDIKBUD.
- Plass, L. J., Moreno, R. & Brunken, R. 2010. *Cognitive Load Theory*. New York: Cambridge University Press.
- Rockliffe, F. & Gifford, S. 2012. Mathematics difficulties: does one approach fit all?. *Research in Mathematics Education: British Society for Research into Learning Mathematics*, 14 (1): 1—15.
- Saha, R. A. 2010. *The Effects of GeoGebra on Mathematics Achievement: Enlightening Coordinate Geometry Learning*. International Conference on Mathematics Education Research (ICMER). Elsevier Ltd, ISSN 1877-0428.
- Slavin, E. R. 2009. *Psikologi Pendidikan: Teori dan Praktik, edisi-9*. Terjemahan Marianto Samosir. 2011. Jakarta: Indeks.
- Subanji. 2015. *Teori Kesalahan Konstruksi Konsep dan Pemecahan Masalah Matematika*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. 2011. *cognitive Load Theory*. New York: Cambridge University Press, (Online),
- Takahashi, A. 2006. *Characteristics Of Japanese Mathematics Lessons*. Disajikan dalam APEC International Conference On Innovative Teaching Mathematics Through Lesson Study, Tokyo, Jepang, 14—20 Januari