

PENERAPAN METODE PACING DAN DUAL PROCESSING UNTUK MENCEGAH BEBAN KOGNITIF BERLEBIH SISWA DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Edi Agus Santoso

SMAN 1 Mantup

Lamongan, 62283, Indonesia

Email: edibagus304@gmail.com

Diajukan: 08 Juli 2023; Diterima: 27 September 2023; Diterbitkan: 30 Oktober 2023

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tindakan kelas untuk mengurangi beban kognitif siswa dalam pembelajaran fisika di kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Mantup. Tujuan dari penelitian adalah 1) mendeskripsikan keterlaksanaan penerapan metode *pacing* dan *dual processing*, 2) Mendeskripsikan perilaku yang ditunjukkan oleh siswa berkaitan dengan beban kognitif yang dialami, dan 3) mendeskripsikan beban kognitif yang dialami oleh siswa. Penelitian tindakan ini dilakukan sebanyak dua siklus yang masing-masing terdiri dari tahap perencanaan (plan), pelaksanaan dan observasi (action and observe) dan refleksi (reflection). Data diperoleh dari hasil observasi keterlaksanaan penerapan metode, observasi perilaku siswa yang berhubungan dengan beban kognitif, dan angket beban kognitif siswa selama pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh keterlaksanaan pembelajaran rata-rata hanya sampai tahap menyimpulkan dan hanya satu kali pertemuan yang sampai kegiatan penutup. Perilaku siswa menunjukkan beban kognitif yang rendah dialami oleh siswa dari siklus I dan siklus II, dengan perilaku pada siklus II lebih rendah dibandingkan pada siklus I. Beban kognitif total siswa termasuk kategori rendah baik siklus I maupun siklus II yaitu siklus I sebesar 10,44 dari 30 dan siklus II sebesar 10,84 dari 30.

Kata Kunci: Beban kognitif, *pacing*, *dual processing*.

Abstract. *Class action research has been carried out to reduce students' cognitive load in learning physics in class XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Mantup. The aims of the research are 1) to describe the implementation of the pacing and dual processing methods, 2) to describe the behavior shown by students in relation to the cognitive load experienced, and 3) to describe the cognitive load experienced by students. This action research was carried out in two cycles, each consisting of planning, implementation and observation and reflection stages. Data was obtained from observations of the implementation of the method, observations of student behavior related to cognitive load, and questionnaires on students' cognitive load during learning. Based on the results of data analysis, it was found that learning progress was on average only up to the concluding stage and only one meeting ended with the closing activity. Student behavior shows a low cognitive load experienced by students from cycle I and cycle II, with behavior in cycle II being lower than in cycle I. The total cognitive load of students is in the low category for both cycle I and cycle II, namely cycle I is 10.44 of 30 and cycle II was 10.84 out of 30.*

Keywords: *Cognitive load, pacing, dual processing.*

Pendahuluan

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran peminatan matematika dan ilmu pengetahuan alam (MIPA) yang termasuk ke dalam kelompok C (Permen no.59, 2014). SMA Negeri 1 Mantup merupakan sekolah yang menerapkan kurikulum K-13, sehingga pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Mantup harus menggunakan pendekatan saintifik. Pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik menuntut peserta didik untuk

melaksanakan kegiatan 5M (Mengamati, Menanya, Mengumpulkan data, Mengasosiasi, dan Mengkomunikasikan) selama kegiatan pembelajaran. Dari kelima kegiatan tersebut, kegiatan Mengumpulkan data dan mengasosiasi membutuhkan waktu yang lama karena peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikannya bahkan tidak dapat mengerjakan.

Berdasarkan observasi selama kegiatan belajar mengajar di kelas XI MIPA 1 dijumpai perilaku-perilaku yang menghambat proses

pembelajaran. Perilaku peserta didik yang dijumpai oleh pengajar diantaranya; 1) tidak memahami instruksi pada lembar kerja peserta didik, 2) permintaan pengulangan instruksi yang diberikan guru dalam percobaan, 3) kegiatan terlalu rumit berdasarkan sudut pandang siswa, 4) melakukan banyak kesalahan dalam menyelesaikan tugas sederhana, dan 5) diskusi yang tidak bisa berlangsung pada sebagian besar kelompok kerja. Perilaku-perilaku yang ditunjukkan oleh peserta didik selama kegiatan belajar mengajar menggunakan pendekatan saintifik ini menunjukkan adanya kegagalan dalam pemrosesan informasi yang diterima. Kegagalan dalam pemrosesan informasi ini disebabkan oleh adanya beban kognitif berlebih dialami oleh peserta didik.

Beban kognitif memberikan efek perubahan perilaku selama proses penerimaan informasi. Beban kognitif berlebih menyebabkan kegagalan dalam belajar (Moreno, 2010). Perilaku yang muncul diantaranya permintaan untuk mengulangi petunjuk, lambat menyelesaikan tugas, meminta bahan tambahan, kesulitan merinci penjelasan, sulit memfokuskan penyelesaian pekerjaan, tingkat frustrasi meningkat (Dehn, 2008). Perilaku yang ditunjukkan siswa mengindikasikan adanya upaya untuk pemrosesan informasi dan ketidak berhasilan memori pemrosesan dalam mengolah informasi untuk disimpan di memori jangka panjang. Karena perilaku yang muncul diakibatkan oleh kerja yang dilakukan oleh memori kerja yang meliputi loop fonologi, bagan visual-spatial, dan memori eksekutif (Dehn, 2008).

Rangsangan yang diterima oleh panca indera memiliki kapasitas yang tidak terbatas dengan durasi yang cukup singkat 0,5 detik untuk melihat dan 5 detik untuk mendengar. Sedangkan pemrosesan informasi memiliki kapasitas yang terbatas dan membutuhkan waktu 15 detik hingga 30 detik untuk memproses informasi yang diperoleh dari rangsangan. Informasi yang berhasil diproses akan disimpan di memori jangka panjang yang memiliki kapasitas tak terbatas dengan durasi yang tak terbatas (Moreno, 2010). Beban kognitif yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi menyebabkan peserta didik tidak dapat memproses informasi yang diterima (Paas, et.

al, 2004). Oleh karena itu, beban kognitif harus diupayakan untuk berada di daerah diantara sedang.

Beban kognitif dapat bersumber dari tiga komponen yang berbeda yaitu; *Intrinsic Cognitive Load* (ICL); (2) *Extrinsic Cognitive Load* (ECL) dan (3) *Germane Cognitive Load* (GCL) (Sweller, 1994). ICL berhubungan dengan kerumitan informasi yang diterima oleh peserta didik ditinjau berdasarkan kemampuan mereka ketika menerima informasi. ECL berhubungan dengan kondisi saat penyampaian informasi itu dilakukan. Teknik penyampaian informasi dan gangguan yang berasal dari lingkungan yang mempengaruhi penyampaian informasi menyumbangkan dampak terhadap ECL peserta didik. GCL berhubungan dengan cara menghubungkan modal pengetahuan yang telah dikuasai peserta didik dengan informasi baru yang diperoleh. (Chinnappan & Chandler, 2010)

Beban kognitif yang terlalu tinggi menyebabkan peserta didik tidak dapat memproses informasi yang diterima (Moreno, 2010). Untuk mendukung terjadinya proses belajar beban kognitif peserta didik harus dijaga pada daerah kapasitas memori pemrosesan. Informasi yang berupa konsep dan prosedur harus disampaikan secara bersama dengan membuatnya sebagai potongan-potongan pendek langkah kerja dan mendemonstrasikan setiap potongan (Shaffer, 2003). Kapasitas memori pemrosesan dapat dioptimalkan melalui penyampaian informasi dengan cara audio dan visual. Pendekatan yang paling efektif dapat dilakukan dengan mengintegrasikan instruksi berupa teks dengan gambar (Shaffer, 2003). Penyampaian instruksi dalam bentuk audio dan visual ini dapat mengurangi efek split attention (Sweller, 1994; Shaffer, 2003)

Pacing merupakan metode pemberian instruksi dengan memecah instruksi yang kompleks menjadi informasi yang lebih sederhana sesuai dengan pemahaman awal siswa (Moreno, 2010). Pemecahan instruksi menjadi bagian-bagian kecil dan sederhana memberikan kesempatan memori pemrosesan untuk memproses informasi yang diterima. Memori pemrosesan memiliki prinsip kerja yang dibatasi oleh jumlah informasi yang diterima dalam selang waktu tertentu.

Sehingga apabila informasi yang diterima terlalu panjang akan sulit untuk diproses meskipun informasi yang diberikan itu sederhana (Sweller, 1994).

Informasi yang diterima oleh memori sensorik dilanjutkan ke memori jangka pendek untuk dilakukan pemrosesan dengan menggunakan dua proses penyimpanan yang terpisah, yaitu penyimpanan secara audio dan penyimpanan secara visual (Moreno, 2010). Moreno dan Mayers (2000) menyatakan bahwa pembelajaran mengalami peningkatan ketika mempelajari gambar yang disertai dengan mendengar penjelasan suatu isi gambar dibandingkan ketika hanya membacanya. Hal itu menunjukkan adanya pemrosesan informasi yang dilakukan secara audio dan secara visual secara bersama-sama. Pemrosesan informasi audio dan visual secara bersama disebut dengan *dual processing*.

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode *pacing* dan *dual processing* untuk mencegah beban kognitif berlebih peserta didik selama pembelajaran fisika. Dari penelitian ini dapat diketahui beban kognitif yang dialami peserta didik selama mengikuti pembelajaran. Beban kognitif yang dialami peserta didik dideskripsikan berdasarkan nilai ICL, ECL, dan GCL serta dijelaskan dengan data hasil observasi terhadap perilaku peserta didik yang teramati selama kegiatan pembelajaran. Keterlaksanaan pembelajaran dideskripsikan dengan berdasarkan pada ICL, ECL, dan GCL serta perilaku peserta didik.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan penelitian kualitatif. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini mengadaptasi dari desain siklus penelitian tindakan kelas Kemmis dan Taggart (Prabowo, 2011). Masing-masing siklus terdiri dari empat langkah, yaitu (1) perencanaan (*planning*), (2) pelaksanaan tindakan (*acting*), (3) pengamatan (*observing*), dan (4) refleksi (*reflecting*).

Perencanaan pembelajaran dengan menerapkan metode *pacing* dan *dual processing* untuk siklus I dan II diterapkan selama dua kali pertemuan. Perencanaan pembelajaran didasarkan pada masalah yang

dijumpai di kelas. Pada tahap pelaksanaan dilakukan pembelajaran sesuai dengan perencanaan yang telah dilakukan dan dilakukan pengambilan data melalui observasi dan angket. Hasil penerapan metode untuk setiap masing-masing siklus dievaluasi sebagai bahan untuk perencanaan pembelajaran selanjutnya.

Objek penelitian tindakan kelas adalah peserta didik kelas XI MIPA 1 SMA N Mantup yang terdiri dari 8 laki-laki dan 22 perempuan. Penelitian awal dimulai dengan studi awal mulai dari 15 Agustus hingga 16 September 2016. Pelaksanaan tindakan kelas dilaksanakan pada tanggal 23 September dan 30 September 2016 untuk siklus I, kemudian tanggal 13 dan 14 2016 untuk siklus II. Masing-masing siklus dilaksanakan pembelajaran sebanyak dua kali pertemuan.

Pengambilan data melalui observasi keterlaksanaan pembelajaran, observasi perilaku peserta didik sebagai respons beban kognitif yang dialami peserta didik, dan angket beban kognitif peserta didik serta dokumentasi selama kegiatan pembelajaran. Dari lembar observasi keterlaksanaan diperoleh data keterlaksanaan pembelajaran dan dari lembar observasi perilaku peserta didik sebagai respons beban kognitif diperoleh data perilaku peserta didik yang berhubungan dengan beban kognitif. Lembar angket beban kognitif peserta didik memberikan data beban kognitif ICL, ECL, dan GCL.

Keterlaksanaan pembelajaran dideskripsikan berdasarkan hasil observasi observer menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Deskripsi keterlaksanaan didukung dengan data ICL, ECL, dan GCL yang dirasakan peserta didik. Selain itu, perilaku akibat beban kognitif peserta didik digunakan untuk menjelaskan proses pelaksanaan pembelajaran.

Lembar observasi perilaku peserta didik yang berhubungan dengan beban kognitif diadaptasi dari lembar observasi perilaku yang mengindikasikan masalah memori pemrosesan (Dehn, 2010, 2014). Lembar angket beban kognitif peserta didik diadaptasi dari instrumen pengukuran beban kognitif yang dikembangkan oleh Leppink et al (2013). Beban kognitif peserta didik secara klasikal dihitung dengan menggunakan hubungan ICL,

ECL, dan GCL yaitu; $Beban\ kognitif = I + E + G$ (1).

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Siklus I dan Siklus II

Pada siklus I dilakukan dua kali pertemuan, pertemuan pertama membahas tentang hubungan usaha dan perubahan energi kinetic dan pertemuan kedua tentang hubungan usaha dengan perubahan energi potensial. Pada tahap plan dilakukan penyusunan RPP, LKPD, Lembar Observasi keterlaksanaan pembelajaran, Lembar observasi perilaku siswa akibat beban kognitif, dan lembar angket beban kognitif serta media visual sebagai penunjang *dual processing* dan *pacing*.



Gambar 1. *Pacing* langkah kerja dan visual pendukung instruksi audio oleh guru

Setelah plan selesai dilaksanakan, dilakukan pelaksanaan pembelajaran pada tanggal 23 September 2016 untuk siklus I pertemuan pertama dan 30 September 2016 untuk pertemuan yang kedua. Pembelajaran dilakukan dengan menggunakan metode *pacing* dan *dual processing* dengan visual penunjang berupa gambar yang ditampilkan di slide seperti contoh pada gambar 1. Instruksi pembelajaran dipecah menjadi bagian-bagian sederhana dan dilengkapi dengan gambar langkah kerja. Instruksi diberikan melalui instruksi audio meskipun diberikan teks. Hal itu untuk mencegah adanya split attention yang menambah beban kognitif peserta didik (Sweller, 1994). Bersamaan dengan pelaksanaan pembelajaran, observer melaksanakan tugasnya untuk mengobservasi kegiatan pelaksanaan pembelajaran dan perilaku peserta didik selama mengikuti pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi observer terhadap perilaku yang muncul akibat beban kognitif berlebih yang dialami peserta didik, dilakukan refleksi tindakan yang diberikan. Pada siklus I pertemuan pertama, perilaku peserta didik cenderung kurang sesuai dengan perilaku peserta didik dengan beban kognitif berlebih. Bahkan pada pertemuan kedua perilaku peserta didik cenderung kurang sesuai mendekati tidak sesuai dengan perilaku akibat beban kognitif berlebih. Melihat dari perilaku pada pertemuan pertama yang masih memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan perilaku akibat beban kognitif berlebih, maka dilakukan perubahan teknik *dual processing* pada *pacing* instruksi. Karena dari dua pertemuan yang dilakukan pada siklus I, peserta didik mengalami kesulitan dalam melaksanakan instruksi yang disampaikan secara langsung. Peserta didik kesulitan dalam memahami kalimat instruksi meskipun sudah disajikan dengan gambar.

Tabel 1. Kesesuaian perilaku akibat beban kognitif berlebih

Siklus	Pertemuan	Tingkat kesesuaian perilaku terhadap beban kognitif berlebih
I	Pertama	2,03
	Kedua	1,53
II	Pertama	1,62
	Kedua	1,63

Pada siklus II dilakukan dua kali pertemuan, pertemuan pertama membahas tentang hukum kekekalan energi dan pertemuan kedua tentang energi potensial pegas. Pada tahap plan dilakukan penyusunan RPP, LKPD, Lembar Observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta media visual sebagai penunjang *dual processing* dan *pacing*.

Setelah plan selesai dilaksanakan, dilakukan pelaksanaan pembelajaran pada tanggal 13 Oktober 2016 untuk siklus II pertemuan pertama dan 14 Oktober 2016 untuk pertemuan yang kedua. Pembelajaran dilakukan dengan menggunakan metode *pacing* dan *dual processing* dengan visual penunjang berupa potongan video langkah kerja yang ditampilkan di slide seperti contoh pada gambar 2. Instruksi pembelajaran dipecah menjadi bagian-bagian sederhana dan dilengkapi dengan video langkah kerja. Instruksi diberikan melalui instruksi audio

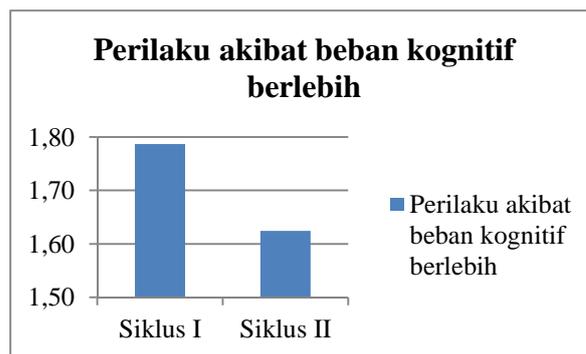
meskipun juga diberikan teks pada slide. Hal itu untuk mencegah adanya split attention yang menambah beban kognitif peserta didik (Sweller, 1994). Bersamaan dengan pelaksanaan pembelajaran, observer melaksanakan tugasnya untuk mengobservasi kegiatan pelaksanaan pembelajaran dan perilaku peserta didik selama mengikuti pembelajaran.



Gambar 2. *Pacing* langkah kerja dan visual pendukung instruksi audio oleh guru

Pada siklus II pertemuan pertama, perilaku peserta didik cenderung kurang sesuai dengan perilaku peserta didik dengan beban kognitif berlebih. Tingkat ketidaksesuaian perilaku yang ditunjukkan oleh peserta didik cenderung sama antara pertemuan pertama dan pertemuan kedua. Dari kedua pertemuan tidak ditemukan perilaku yang muncul dengan kategori tingkat kesesuaian yang sama pada kedua pertemuan. Perilaku yang ditunjukkan cenderung berbeda yang menunjukkan pengaruh beban kognitif dipengaruhi pada materi yang diberikan pada masing-masing pertemuan.

Berdasarkan data tingkat kesesuaian perilaku akibat beban kognitif berlebih pada siklus I dan II diperoleh kecenderungan tingkat perilaku yang berbeda. Perilaku yang ditunjukkan oleh peserta didik pada siklus I lebih sesuai dengan perilaku akibat beban kognitif berlebih dibandingkan perilaku yang ditunjukkan oleh peserta didik pada siklus II. Perbedaan tingkat perilaku ini menunjukkan adanya perubahan perilaku akibat penerapan metode *pacing* dan *dual processing* pada kedua siklus.



Grafik 1. Tingkat kesesuaian perilaku peserta didik dengan beban kognitif berlebih

ICL, ECL, dan GCL

Berdasarkan hasil tabulasi angket beban kognitif peserta didik untuk setiap pertemuan dalam dua siklus diketahui seperti tabel 1. Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa ICL terendah dialami peserta didik pada pembelajaran dengan metode *pacing* dan *dual processing* dengan menggunakan visual berupa video.

Tabel 2. ICL, ECL, dan GCL setiap pertemuan masing-masing siklus

Siklus	Pertemuan	ICL	ECL	GCL
I	Pertama	2,09	0,84	7,25
	Kedua	2,18	1,74	6,77
II	Pertama	1,38	1,20	7,42
	Kedua	3,24	2,17	6,14

Pada siklus I pertemuan pertama, pembelajaran terlaksana sampai pada tahap mengasosiasi dan telah diperoleh kesimpulan dari hasil percobaan. Skor ICL yang dirasakan oleh siswa adalah 2,09 dari 10 skala. Dari skor ICL pertemuan pertama terlihat bahwa materi tidak terlalu rumit berdasarkan pengetahuan siswa. Instruksi yang diberikan dengan dasar metode *pacing* dan *dual processing* dirasakan siswa tidak memberikan beban kognitif yang berarti karena ECL hanya memiliki skor sebesar 0,84 dari 10 skala. Pemahaman materi dari proses pembelajaran yang diberikan melalui penerapan metode *pacing* dan *dual processing* berada pada daerah dengan skor 7,25 dari 10 skala. Skor tersebut menunjukkan bahwa tidak semua peserta didik dapat menghubungkan materi dengan instruksi dalam kegiatan dengan baik.

Berdasarkan hasil pengamatan observer, peserta didik pada pertemuan pertama siklus I

masih banyak peserta didik yang belum berpartisipasi dalam kegiatan. Lebih dari setengah peserta didik kurang aktif dalam kegiatan kelompok. Kekurang aktifan peserta didik dalam kelompok menyebabkan tidak berlangsungnya kegiatan dalam kelompok untuk mendiskusikan kesulitan yang dijumpai dalam memaknai kalimat dengan menghubungkan fakta-fakta yang ditemukan dalam kegiatan percobaan dan analisis. Selain itu, peserta didik masih mengalami masalah dengan kemampuan berhitung. Sebagian besar peserta didik menunjukkan kemampuan berhitung yang lambat dan masih banyak mengalami kesalahan dalam menghitung.

Pembelajaran pada siklus I pertemuan pertama dilaksanakan dengan menggunakan percobaan yang cukup rumit. Berdasarkan hasil pengamatan observer, lebih dari setengah peserta didik dalam kelas masih mengalami kesulitan dalam melaksanakan instruksi. Peserta didik juga masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan kegiatan dengan pengalaman sebelumnya. Hal ini menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pembelajaran menjadi lebih lama. Bahkan peserta didik juga masih banyak yang menunjukkan kesulitan dalam membuat catatan-catatan hasil kegiatan pembelajaran.

Pada siklus I pertemuan kedua, pembelajaran terlaksana sampai pada tahap mengasosiasi dan telah diperoleh kesimpulan dari hasil percobaan. Pada siklus I pertemuan kedua, kerumitan materi masih berada pada skor ICL 2,17 dari 10 skala. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik masih menganggap materi yang dipelajari masih sederhana dan tidak terlalu memberikan beban kognitif pada peserta didik. Instruksi yang diberikan dengan dasar metode *pacing* dan *dual processing* dirasakan siswa tidak memberikan beban kognitif yang berarti karena ECL hanya memiliki skor sebesar 1,74 dari 10 skala. Pemahaman materi dari proses pembelajaran yang diberikan melalui penerapan metode *pacing* dan *dual processing* berada pada daerah dengan skor 6,77 dari 10 skala. Skor tersebut menunjukkan bahwa tidak semua peserta didik dapat menghubungkan materi dengan instruksi dalam kegiatan dengan baik.

Berdasarkan hasil pengamatan observer, peserta didik pada pertemuan kedua siklus I

siswa sudah menunjukkan perilaku dengan beban kognitif yang tidak terlalu besar. Peserta didik hanya mengalami kesulitan dalam memahami kalimat dan mengingat kembali tahapan-tahapan instruksi yang disampaikan secara langsung oleh guru. Kesulitan yang dihadapi oleh peserta didik dikarenakan kurang matangnya konsep dasar yang harus dikuasai untuk menunjang kegiatan pembelajaran. Meskipun sebelum pembelajaran dilaksanakan telah dilakukan aperepsi.

Pada siklus II pertemuan pertama, pembelajaran terlaksana secara keseluruhan. Pada siklus II pertemuan kedua, kerumitan materi masih berada pada skor ICL 1,35 dari 10 skala. Dari keempat pertemuan, pertemuan pertama pada siklus II merupakan pertemuan dengan materi yang paling sederhana. Instruksi yang diberikan termasuk ke dalam instruksi yang paling mudah dipahami peserta didik ditunjukkan dengan ECL yang paling rendah yaitu 1,20 dari 10 skala. Pemahaman materi dari proses pembelajaran yang diberikan melalui penerapan metode *pacing* dan *dual processing* berada pada daerah dengan skor 7,42 dari 10 skala. Skor tersebut merupakan skor terbesar dari keempat pertemuan yang menunjukkan peserta didik dapat menghubungkan materi dengan instruksi dalam kegiatan dengan baik.

Berdasarkan hasil pengamatan observer, peserta didik pada pertemuan pertama siklus II siswa sudah menunjukkan perilaku dengan beban kognitif yang tidak terlalu besar. Namun setengah dari peserta didik kurang aktif dalam kegiatan analisis. Selain itu, peserta didik juga masih mengalami kesulitan menghafal dan mengingat fakta-fakta percobaan serta masih lambat dalam berhitung.

Pada siklus II pertemuan pertama, pembelajaran terlaksana sampai pada tahap menarik kesimpulan hasil analisis data. Hal itu dikarenakan waktu pembelajaran yang hanya 65 menit selain itu materi yang dipelajari juga termasuk materi baru, sehingga peserta didik masih belum memiliki konsep dasar. Pada pertemuan ini, kesulitan materi memiliki skor ICL 3,24 dari 10 skala. Skor ICL pada pertemuan ini merupakan skor ICL terbesar dari keempat pertemuan yang ada, karena peserta didik tidak memiliki pengetahuan dasar tentang yang berhubungan

dengan materi. Instruksi yang diberikan termasuk ke dalam instruksi yang paling sulit dipahami peserta didik ditunjukkan dengan ECL yang paling rendah yaitu 2,17 dari 10 skala. Meskipun instruksi yang diberikan termasuk paling sulit dari keempat pertemuan, namun beban kognitif akibat instruksi yang diberikan masih termasuk rendah. Pemahaman materi dari proses pembelajaran yang diberikan melalui penerapan metode *pacing* dan *dual processing* berada pada daerah dengan skor 6,14 dari 10 skala. Skor tersebut merupakan skor terkecil dari keempat pertemuan yang menunjukkan peserta didik dapat menghubungkan materi dengan instruksi dalam kegiatan namun kurang optimal.

Berdasarkan hasil pengamatan observer, peserta didik pada pertemuan pertama siklus II siswa sudah menunjukkan perilaku dengan beban kognitif yang tidak terlalu besar. Beban kognitif dijumpai pada kegiatan membuat catatan-catatan selama pembelajaran. Materi yang baru dikenal oleh peserta didik membuat mereka mengalami kesulitan dalam membuat catatan sambil mendengarkan informasi.

Beban Kognitif

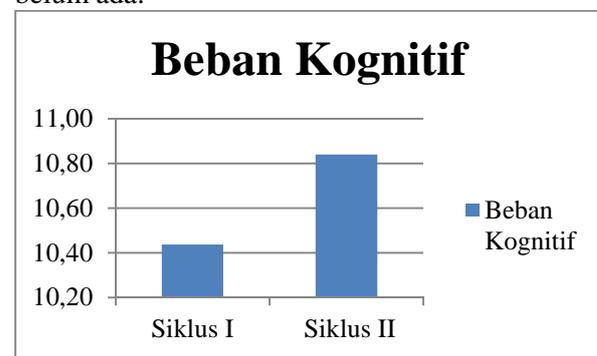
Berdasarkan hasil tabulasi angket beban kognitif peserta didik untuk setiap pertemuan dalam dua siklus diketahui seperti tabel 3. Dari tabel 3, terlihat bahwa beban kognitif total peserta didik untuk masing-masing jenis beban kognitif berubah-ubah untuk setiap pertemuannya. Namun beban kognitif total yang diperoleh dari masing-masing pertemuan menunjukkan terjaganya beban kognitif peserta didik pada daerah kapasitas memori pemrosesan yang mendukung terjadinya proses belajar (Paas, *et al*, 2004). Hal ini menunjukkan bahwa beban kognitif peserta didik telah berhasil dicegah supaya tidak berlebih.

Tabel 3. Beban kognitif total setiap pertemuan

Siklus	Pertemuan	Beban kognitif total
I	Pertama	10,18
	Kedua	10,69
II	Pertama	10,04
	Kedua	11,64

Beban kognitif total terendah terukur pada siklus II pertemuan pertama yaitu sebesar 10,04. Dari beban kognitif ini dapat diketahui bahwa siswa berada pada kondisi terbaik

untuk mendukung proses belajar. Kondisi tercapai ketika penerapan metode *pacing* dan *dual processing* dengan media penunjang berupa potongan video *pacing* langkah kerja. Namun beban kognitif tertinggi terukur pada siklus kedua pertemuan kedua yaitu sebesar 11,64. Beban kognitif yang tinggi ini masih berada pada kondisi beban kognitif yang mendukung proses belajar yang efektif. Beban kognitif yang tinggi ini dikarenakan materi pada siklus II pertemuan kedua adalah materi yang belum pernah peserta didik pelajari, sehingga pengetahuan awal mereka masih belum ada.



Grafik 2. Beban kognitif total peserta didik

Secara umum beban kognitif total pada kedua siklus berada pada kondisi yang sangat mendukung terjadinya proses belajar. Pada siklus I beban kognitif berada sebesar 10,44 dan pada siklus kedua beban kognitif sebesar 10,84. Beban kognitif dari kedua siklus masuk ke dalam kategori beban kognitif sedang dan mendekati rendah. Pada grafik 2 tergambar beban kognitif dari siklus I dan II hanya selisih 0,4, meskipun materi pada siklus dua lebih rumit dibandingkan materi pada siklus I. Hasil ini menunjukkan keberhasilan penerapan metode *pacing* dan *dual processing* untuk mencegah beban kognitif berlebih siswa dalam pembelajaran fisika.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penerapan metode *pacing* dan *dual processing* untuk mencegah beban kognitif berlebih peserta didik dalam pembelajaran fisika dapat disimpulkan;

1. Keterlaksanaan pembelajaran dengan metode *pacing* dan *dual processing* dapat terlaksana rata-rata sampai kegiatan membuat kesimpulan pada

tahap analisis. Untuk materi metode *dual processing* menggunakan instruksi yang dilengkapi video lebih baik dibandingkan dengan instruksi yang dilengkapi gambar.

2. Peserta didik menunjukkan perilaku beban kognitif yang lebih baik pada siklus II dibandingkan dengan perilaku pada siklus I. meskipun kerumitan materi pada siklus 2 lebih rumit dibandingkan materi pada siklus 1.
3. Beban kognitif total siswa termasuk kategori rendah baik siklus I maupun siklus II yaitu siklus I sebesar 10,44 dari 30 dan siklus II sebesar 10,84 dari 30

Beban kognitif peserta didik dari siklus I dan II berada di daerah sedang mendekati rendah, sehingga dapat dikatakan penerapan metode *pacing* dan *dual processing* dapat menjaga kapasitas memori pemrosesan untuk mendukung proses belajar peserta didik.

Daftar Pustaka

- Bannert, Maria. (2002). Managing cognitive load—recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction* 12, 139–146.
- BSNP. 2014. Penilaian Hasil Belajar Oleh Pendidik Pada Pendidikan Dasar Dan Pendidikan Menengah. Jakarta: Depdiknas.
- Chinnappan, M. & Chandler, P. A. (2010). Managing cognitive load in the mathematics classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 66 (1), 5-11.
- Dehn, Milton J. 2008. Working Memory and Academic Learning Assessment and Intervention. United State of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Dehn, Milton J. 2014. Essentials of Processing Assessment Second Edition. United State of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Feldon, David F. 2007. Cognitive Load and Classroom Teaching: The Double-Edged Sword of Automaticity. *Educational Psychologist*, 42(3), 123-137.
- Fred Paas, Fred et. al. (2010). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4.
- Kalyuga, S. 2011. Informing: A Cognitive Load Perspective. *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*. 14 (1): 33-45.
- Kirschner, Paul A. (2002). Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction* 12 (2002) 1–10.
- Kreitler, Shulamith. 2013. *Cognition and Motivation: Forging an Interdisciplinary Perspective*. United States of America: Cambridge University Press.
- Leppink, Jimmie et. al. 2013. Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. Article in *Behavior Research Methods* April 2013.
- Lieberman, David A. 2012. *Human Learning and Memory*. United States of America: Cambridge University Press.
- Mayer, Richard E. Dan Roxana Moreno. (2003). *Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning*. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97.
- Mills, Geoffrey E. dan Lorraine R. Gay. 2016. *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications 11th Edition*. United States of America: Pearson.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000a). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia messages. *Journal of Educational Psychology*, 92, 117–125.
- Moreno, Roxana. 2010. *Educational Psychology*. United State of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Myers, David G. 2013. *Psychology Tenth Edition*. United State of America: Worth Publishers.
- PAAS, FRED et. al (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science* 32: 1–8.
- Prabowo. 2011. *Metodologi Penelitian: Sains dan Pendidikan Sains*. Surabaya: UNESA University Pers.
- Rahmat, Adi dkk. 2015. Beban Kognitif dan kemampuan penalaran siswa SMA, MA, dan SMA berbasis pesantren pada pembelajaran Biologi. *Semnas Sains dan Entrepreneurship II*. 240-245.
- Shaffer, Dale et. al. (2003). Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. *Conf. EASE & PPIG*, Pages 333-346.
- Sweller, J. (1994) Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Journal of Learning and Instruction*, 4(1), 295-312.

- Sweller, J. (1994) Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Journal of Learning and Instruction*, 4(1), 295-312.
- Weisberg, Robert W dan Laretta M. Reeves. 2013. *Cognition From Memory to Creativity*. United State of America: John Wiley & Sons, Inc.