

# ANALISIS POTENSI PENERAPAN TEORI MUATAN KOGNITIF DALAM BUKU PELAJARAN FISIKA

Maman Wijaya<sup>1)</sup>, Agus Setiawan<sup>2)</sup>, Sutaryat Trisnamansyah<sup>3)</sup>, Paulus Cahyono Tjiang<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Fisika, PPPPTK IPA,

<sup>2)</sup> Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana (SPS), Universitas Pendidikan Indonesia (UPI),

<sup>3)</sup> Program Studi Pendidikan Luar Sekolah, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia,

<sup>4)</sup> Jurusan Fisika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katholik Parahyangan

## Abstrak

Pelajaran fisika sering dianggap sulit. Buku pelajaran fisika juga susah dipahami. Di pihak lain, ada temuan dari Teori Muatan Kognitif yang menyatakan bahwa sajian informasi dapat dikemas sedemikian rupa sehingga kognisi orang yang membacanya bisa bekerja secara maksimal. Hal itu membantu mempermudah penyerapan informasi dari isi bacaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penerapan Teori Muatan Kognitif dalam buku pelajaran Fisika, dengan metode deskriptif analitis. Subyeknya berupa tiga buah buku penulajaran Fisika SMA kelas 1 yang dipilih secara acak, untuk topiknya Kinematika dan Dinamika. Uraian materi dalam buku-buku itu ditelaah apakah mengandung hal-hal berikut atau tidak: (1) bagi konsep baru, tidak dilengkapi contoh konkrit; (2) sajian yang berlebihan; (3) sajian yang dapat membagi perhatian; (4) metode atau bentuk sajian yang tidak tepat; dan (5) pemberian petunjuk atau gambar yang tidak jelas. Bila dari kelima hal itu ada dalam sajian, maka diajukan saran bagaimana memperbaikinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga buku yang analisis tidak tampak memiliki potensi penerapan Teori Muatan Kognitif. Di sana-sini ditemukan sajian informasi yang tidak dilengkapi contoh konkrit (bagi konsep baru), berlebihan, dapat membagi perhatian, tidak tepat metode atau bentuk sajiannya, dan tidak jelas pemberian petunjuk atau gambarnya. Keadaan seperti itu akan mempersulit pembaca untuk memahami isinya dengan baik. Sebaiknya buku-buku pelajaran didesain dengan menerapkan Teori Muatan Kognitif agar materi pelajaran mudah dicerna dan dipahami siswa sehingga mereka dapat mempelajarinya dengan lebih efisien. Untuk topik baru selalu disertai contoh konkrit, penyajian gambar atau tambahan informasi tidak berlebihan, sajiannya tidak membuat perhatian terbagi, menggunakan metode dan bentuk sajian yang tepat, serta petunjuk dan gambar yang disajikan itu jelas.

*Kata kunci: Teori Muatan Kognitif, Buku pelajaran fisika.*

## A. Pendahuluan

Teori Muatan Kognitif (*Cognitive Load Theory, CLT*) mengajarkan cara menyajikan informasi agar mudah dipahami. Sweller (2002), orang yang pertama kali mengemukakan gagasan tentang CLT, menyarankan agar menghindari lima hal dalam sajian informasi. Kelima hal itu adalah (1) bagi konsep baru, tidak dilengkapi contoh konkrit; (2) sajian yang berlebihan; (3) sajian yang dapat membagi perhatian; (4) metode atau bentuk sajian yang tidak tepat; dan (5) pemberian petunjuk atau gambar yang tidak jelas.

Mengapa demikian? Sebab berdasarkan temuan Sweller (Sweller, 2002), bila kelima hal itu terdapat dalam sajian informasi, proses kognisi orang yang menyimakanya akan sangat berat, sehingga bahan sajian tersebut akan sulit dipahami. Kemampuan kognisi seseorang dalam memproses informasi sangat terbatas.

Menurut CLT, informasi diproses di dalam *Working Memory* (Sweller, 2002). *Working Memory* hanya mampu menampung  $7 \pm 2$  buah informasi, dan informasi yang mampu diproses dalam waktu yang bersamaan hanya berkisar 2-3 buah informasi (Artino, 2008). Informasi yang dihasilkan itu hanya akan bertahan di dalam *Working Memory* sekitar 15-30 sekon (Chong, 2005; Barrouillet, *et al*, 2007). Jika informasi tersebut tidak diteruskan ke memori jangka panjang untuk disimpan, akan hilang (Artino, 2008). Tidak tersimpannya informasi itu di antaranya dapat disebabkan oleh gangguan-gangguan dari kelima hal di atas.

Dalam pembelajaran, sajian informasi utama sebagai sumber belajar adalah buku. Berkaitan dengan temuan penting CLT itu, apakah sajian informasi dalam buku, terutama dalam buku pelajaran Fisika, yang pelajarannya sering dianggap sulit, sudah menerapkan CLT? Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penerapan Teori Muatan Kognitif dalam buku pelajaran Fisika.

## B. Kajian Teori

Menurut CLT, kognitif seseorang tersusun dari *working memory*, *Long-term Memory*, *Schema*, dan *Automation* (Artino, 2008; Burkes, 2007; Chong, 2005; Sweller, 2002). Stimulus yang berasal dari luar diterima oleh *system sensory* berupa informasi, lalu masuk ke dalam *working memory* (Sweller, 2002:1502). Di dalam *working memory*, informasi tersebut diproses, lalu dihasilkan informasi baru. Selanjutnya informasi baru itu disimpan di *Long-term memory* dalam bentuk *schema*. *Long-term memory* memiliki kapasitas yang tidak terbatas (Sweller, 2002), tetapi hanya berupa tempat penyimpanan informasi, tidak memproses (Artino, 2008).

*Automation* terjadi ketika informasi yang tersimpan dalam bentuk *schema* diproses secara otomatis, tanpa upaya sadar dan tidak melibatkan memori kerja (Artino, 2008). Konstruksi skema seperti itu dapat terjadi melalui latihan yang intensif (Sweller, 2002). Dengan adanya *Automation*, belajar akan lebih lancar dan efisien, sebab kapasitas memori kerja yang tersedia bisa mencapai maksimal.

Informasi-informasi yang masuk ke dalam kognisi seseorang disebut sebagai muatan kognitif. Ada tiga tipe muatan kognitif, yaitu : *intrinsic cognitive load*, *extraneous cognitive load*, dan *germane cognitive load* (Artino, 2008; Schnotz dan Kurschner, 2007). *Intrinsic Cognitive Load* merujuk pada jumlah elemen yang dapat diproses secara simultan dalam memori kerja untuk pengkonstruksian skema (Artino, 2008). Menurut Chong (2005), *intrinsic cognitive load* merujuk pada kompleksitas materi pembelajaran yang secara *intends* dipelajari berdasarkan pengetahuan awalnya.

*Extraneous Cognitif Load* adalah berupa muatan kognitif yang tidak relevan (Sweller, 2002), muatan kognitif yang tidak efektif (Artino, 2008), atau muatan kognitif yang disebabkan oleh format instruksional yang tidak diproses oleh memori kerja (Schnotz dan Kurschner, 2007). *Germane Cognitive Load* merupakan kebalikan dari *Extraneous Cognitif Load*. *Germane Cognitive Load* adalah muatan kognitif yang relevan (Sweller, 2002), muatan kognitif yang efektif (Artino, 2008), atau muatan kognitif yang dihasilkan oleh proses kognitif yang menguntungkan yang disebabkan oleh format instruksional (Schnotz dan Kurschner, 2007).

Dari teori tersebut diketahui bahwa agar sajian informasi itu efisien bagi pembaca, harus dikemas dengan memperbanyak *German Load*, dengan cara menghindari kelima hal yang dikemukakan oleh Sweller, yaitu: (1) bagi konsep baru, tidak dilengkapi contoh konkrit; (2) sajian yang berlebihan; (3) sajian yang dapat membagi perhatian; (4) metode atau bentuk sajian yang tidak tepat; dan (5) pemberian petunjuk atau gambar yang tidak jelas.

## C. Metode Penelitian

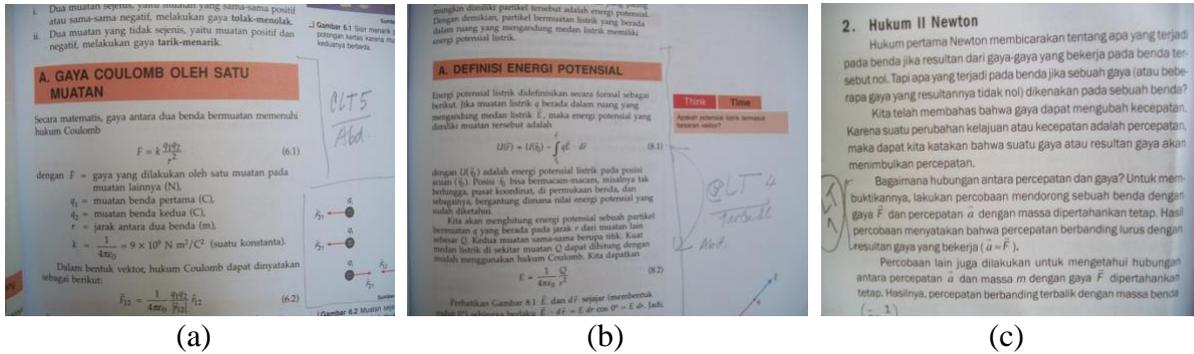
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis. Subyeknya berupa tiga buah buku penalaran Fisika SMA kelas 1 semester 1 dari penerbit yang berbeda yang diambil secara acak. Topiknya Kinematika dan Dinamika. Uraian materinya di dalam buku-buku itu, baik yang berupa narasi maupun gambar, ditelaah apakah mengandung hal-hal berikut atau tidak: (1) bagi konsep baru, tidak dilengkapi contoh konkrit; (2) sajian yang berlebihan; (3) sajian yang dapat membagi perhatian; (4) metode atau bentuk sajian yang tidak tepat; dan (5) pemberian petunjuk atau gambar yang tidak jelas. Bila dari kelima hal itu ada dalam sajian, maka diajukan saran bagaimana memperbaikinya.

## D. Data dan Diskusi

### *Bagi konsep baru, tidak dilengkapi contoh konkrit*

Dalam buku yang dianalisis ditemukan beberapa bagian pembahasan konsep baru yang seharusnya dilengkapi contoh konkrit atau cerita yang sering ditemui sehari-hari,

tidak diberikan. Sebagai contoh, pembahasan awal bab tentang Gaya Coulomb dan Definisi Energi Potensial, langsung ke perumusan matematis (Lihat Gambar 1a dan 1b), atau, pembahasan Hukum II Newton, langsung ke hubungan antar gaya dan percepatan, tidak dimulai dari gerak benda yang dipercepat, yang sesungguhnya banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari (Gambar 1c).

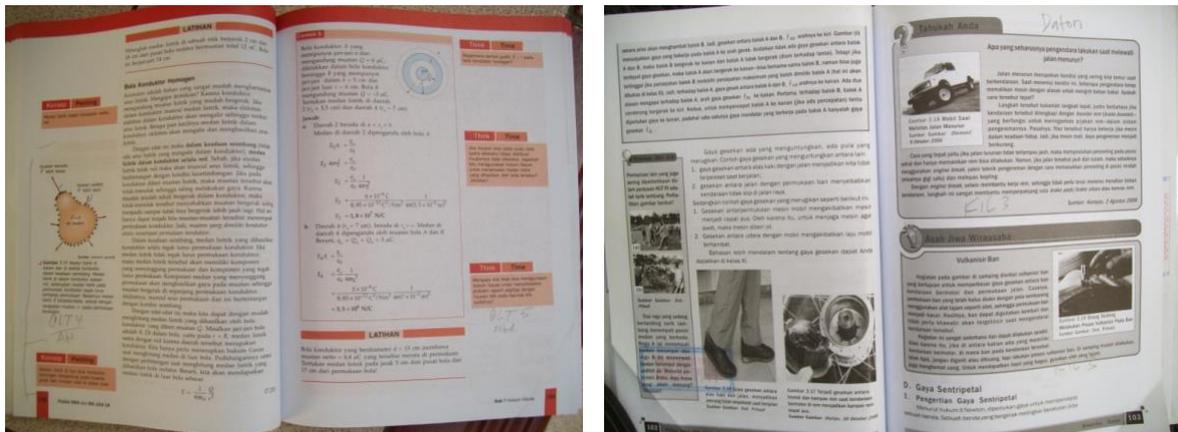


Gambar 1 Contoh cuplikan konsep baru yang tidak dilengkapi contoh konkrit

Bagi konsep-konsep baru, contoh pekerjaan yang relevan dapat mereduksi muatan kognitif yang kurang berguna sehingga akan sangat membantu meringankan beban memori kerja (Chong, 2005). Contoh konkrit akan membantu pembaca untuk menggunakan skema yang telah ada di dalam *long-term memory*, sehingga konsep baru itu akan lebih mudah dipahami. Sebaliknya, bagi konsep lama (yang sudah dipelajari), bila contoh-contoh tetap diberikan, akan menjadi *extraneous cognitive load*, membebani memori kerja juga (Artino, 2008).

**Sajian yang berlebihan**

Sajian yang terkesan berlebihan banyak ditemukan dalam pembahasan. Misalnya warna dan gambar dalam satu halaman terlalu banyak, sehingga terkesan ramai (Gambar 2a). Tambahan informasi khusus tampak lebih dominan dan lebih dari satu dalam satu halaman, sehingga topik utama menjadi tidak jelas (Gambar 2b). Pembaca menjadi bingung mana yang harus dibaca terlebih dahulu, lalu apa hubungannya antara informasi yang satu dengan yang lain. Tetapi yang lebih penting lagi, informasi dan gambar tambahan yang ada itu tidak memperjelas topik yang sedang menjadi pembahasan utama.

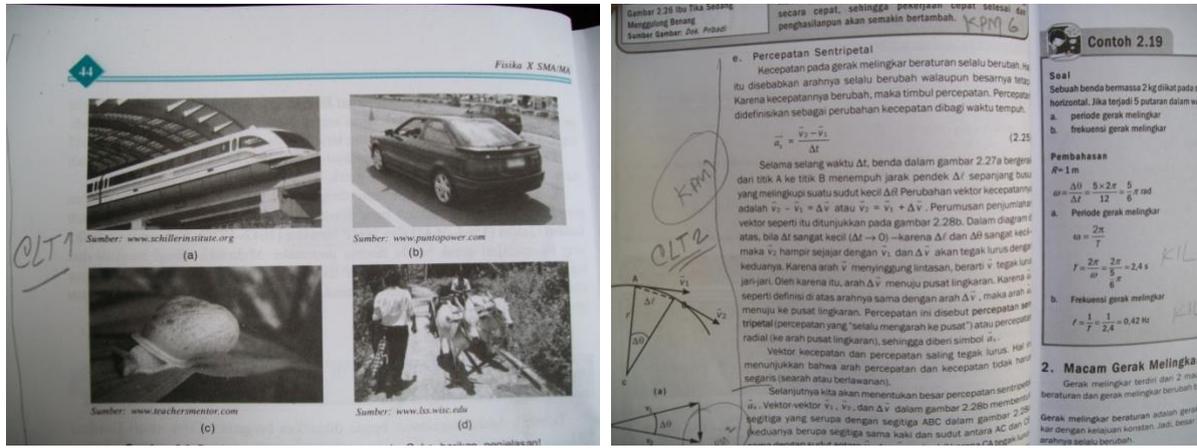


(a) Warna dan bentuk sajian terkesan ramai

(b) Macam-macam informasi tambahan dan gambar lebih dominan dibanding topik utama

Gambar 2 Sajian yang berlebihan

Pada bagian lain diperlihatkan beberapa gambar tanpa keterangan. Contoh, dalam pembahasan gerak, ditunjukkan empat gambar yang dikatakan itu sedang bergerak, gambarnya tidak diberi keterangan (lihat Gambar 3a). Gambar tersebut menghabiskan lebih dari setengah halaman. Ada juga pembahasan yang terlalu panjang dan berulang. Uraian topik percepatan sentripetal dibahas sangat detil (lihat Gambar 3b), padahal percepatan sentripetal sudah disinggung dalam pembahasan gaya sentripetal.



(a) Gambar banyak tapi tanpa keterangan (b) Uraian penjelasan terlalu panjang

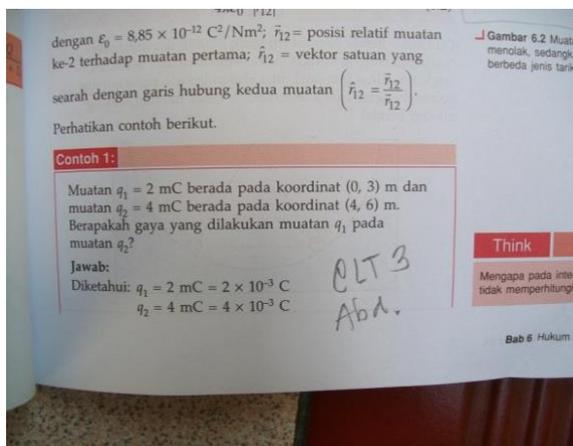
Gambar 3 Sajian yang berlebihan

Menurut Pass & Sweller (2005), informasi yang berlebihan dapat membuat memori kerja tidak efisien. Memori kerja akan cepat lelah. Akibatnya tidak akan ada skema yang terbentuk. Itu berarti informasi tidak akan dapat dipahami.

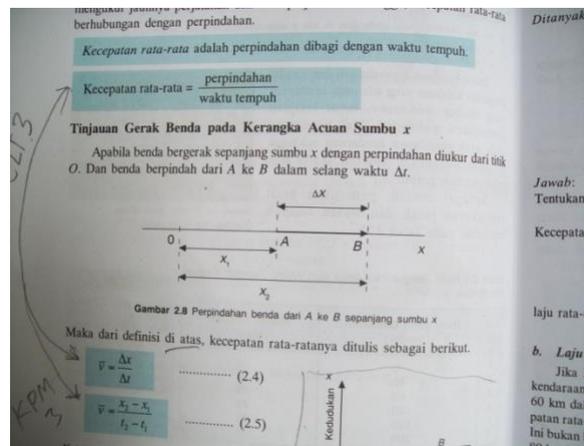
**Sajian yang dapat membagi perhatian**

Dari hasil penelitian tentang CLT, sajian informasi yang dapat membagi perhatian, membuat beban memori kerja menjadi berat (Sweller, 2002). Dengan beratnya memori kerja, informasi akan sulit diproses. Informasi penting dalam bacaan tidak akan terserap.

Dalam buku yang di analisis, sajian seperti itu banyak ditemukan. Pembahasan yang bersambung ke halaman lain tetapi masih membicarakan data dalam halaman sebelumnya itu menjadikan pembaca harus bolak-balik. Gambar 4a menunjukkan contoh cuplikan buku yang menguraikan contoh soal, baru sampai paparan data sudah bersambung ke halaman dibaliknya. Contoh lain ada juga pembahasan yang berkaitan erat, yaitu ungkapan kecepatan rata-rata dan rumusnya berjauhan, tetapi dihalangi oleh hal lain, (Gambar 4b).

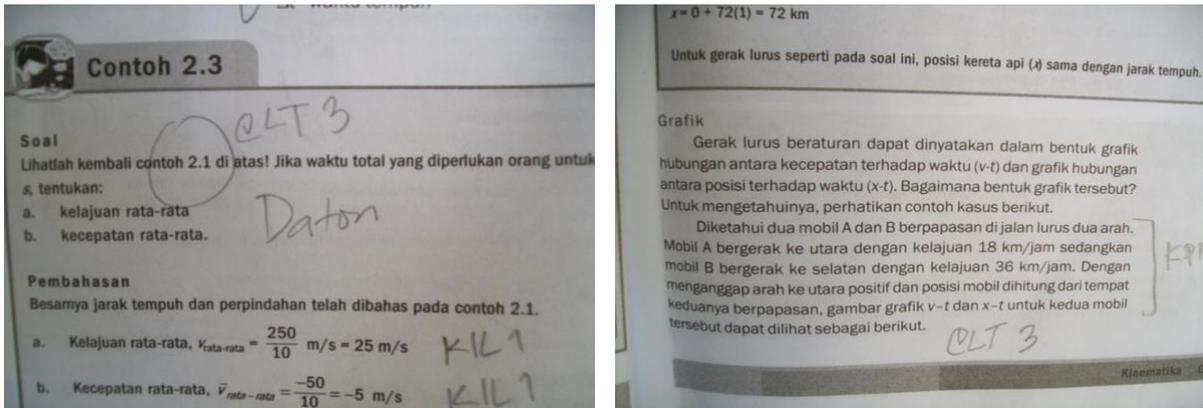


(a) Paparan bersambung ke halaman berikutnya



(b) Paparan terpotong hal lain

Gambar 4 sajian informasi yang dapat membagi perhatian



(a) Paparan merujuk ke halaman lain yang jauh

(b) Uraian teks dan gambar dalam halaman yang berbeda

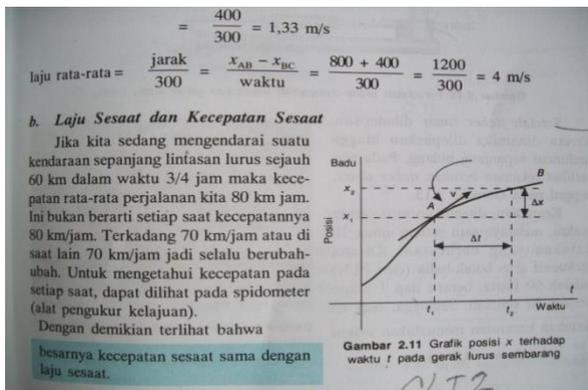
Gambar 5 sajian informasi yang dapat membagi perhatian

Jenis sajian yang membagi perhatian, yang paling banyak ditemui adalah pembahasan yang merujuk ke halaman lain, misalnya dalam cuplikan buku (Gambar 5a), contoh soal 2.3 merujuk ke contoh soal 2.1 yang ada dalam beberapa halaman sebelumnya. Pemahasan mengenai mobil A dan B, gambarnya ada di halaman lain (Gambar 5b). Hal itu menyulitkan pembaca. Pembaca akan tidak fokus.

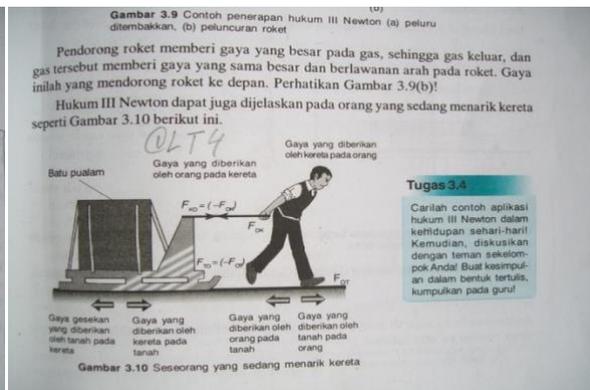
### Metode atau bentuk sajian yang tidak tepat

Metode atau cara dan bentuk sajian informasi dapat mempengaruhi kinerja pemrosesan informasi di dalam memori kerja. Dalam CLT hal itu disebut sebagai *modality effect* (Chong, 2005). Oleh karena itu cara dan bentuk sajian informasi harus disesuaikan dengan karakteristiknya. Ada yang cocok dalam bentuk teks, gambar, grafik, suara, atau benda nyata. Contoh: informasi tentang bentuk dan wujud micrometerskrup dan timbangan akan lebih cocok dengan wujud nyatanya dibanding dengan sajian dalam bentuk gambar atau diilustrasikan dalam bentuk narasi teks. Ilustrasi tentang penurunan suhu benda dari waktu ke waktu akan lebih cocok dengan grafik dibanding dengan narasi teks. Dalam buku tentu sulit menunjukkan benda nyatanya, jadi terpaksa dengan gambar, tetapi gambarnya harus tepat.

Pada Gambar 6 ditunjukkan beberapa cuplikan buku yang menunjukkan kekurangtepatan metode dan bentuk sajian. Pembahasan laju sesaat dengan teks dilengkapi gambar grafik, tetapi grafiknya tidak menunjukkan kejadian yang diuraikan dalam teks (Gambar 6a). Pembahasan hukum III Newton mengenai gaya aksi-reaksi, dilengkapi gambar, tetapi gambarnya terlalu rumit, padahal hanya untuk menunjukkan gaya aksi-reaksi (Gambar 6b).

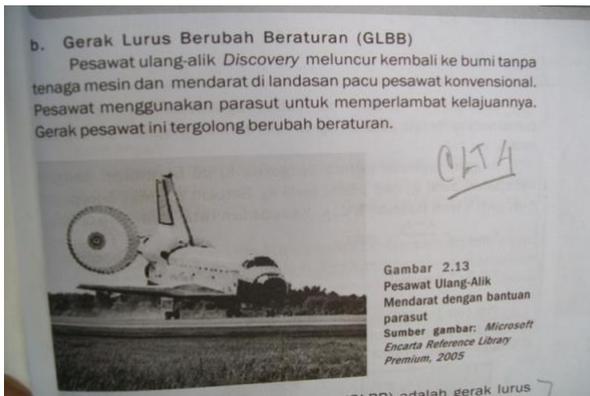


(a) Teks dan bentuk gambar berbeda topik

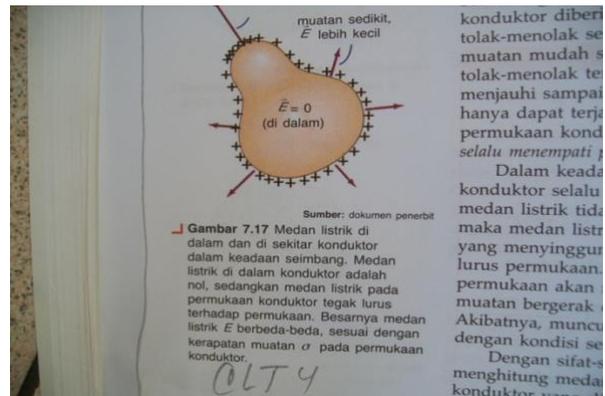


(b) Sajian bentuk gambar tidak tepat

Gambar 6 Metode dan bentuk sajian yang tidak tepat



(a) Sajian contoh GBLB tidak tepat



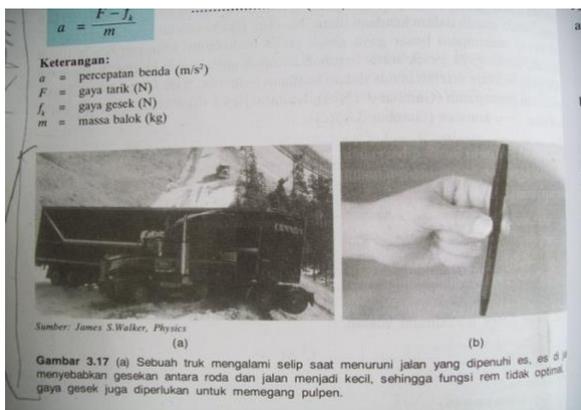
(b) Sajian gambar konduktor berikut keterangannya tidak tepat

Gambar 7 Metode dan bentuk sajian yang tidak tepat

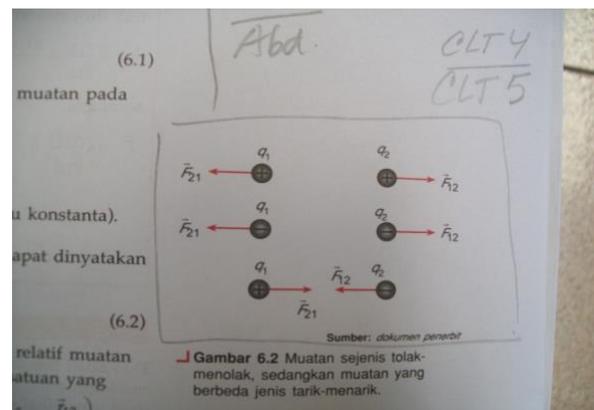
Pada Gambar 7a diungkapkan contoh benda yang mengalami gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Untuk contoh GBLB tersebut diberikan ilustrasi gerak pesawat ulang-alik berikut gambarnya. Sajian contoh tersebut tidak tepat, karena siswa tidak pernah melihatnya. Contoh benda yang bergerak lurus berubah beraturan yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari itu banyak, misalnya batu yang dilempat ke atas. Gambar untuk contoh medan listrik di dalam konduktor membingungkan (Gambar 7b). Keterangannya juga tidak memperjelas gambar yang ada.

**Pemberian petunjuk atau gambar yang tidak jelas**

Petunjuk dan gambar yang tidak jelas yang ditemukan dalam buku ternyata jenisnya bermacam-macam. Pada pembahasan gaya gesekan, disajikan gambar truk yang terguling (Gambar 8a). Diceritakan bahwa truk terguling di jalan yang dipenuhi es. Jalan licin, menyebabkan rem tidak berfungsi. Namun demikian tetap gambar tersebut tidak bisa menunjukkan licinnya jalan dan gesekan yang sedang dibahas.



(a) Gambar yang tidak jelas



(b) Gambar yang tidak jelas, muatan yang atas dapat mempengaruhi muatan yang bawahnya

Gambar 8 Petunjuk atau gambar yang tidak jelas

Gambar muatan sejenis yang tolak-menolak dan muatan tidak sejenis tarik-menarik juga membingungkan. Dalam gambar diperlihatkan muatan tampak berjejer tetapi gaya-gaya yang ada hanya ke kiri dan ke kanan (Gambar 8b). Padahal bila gambarnya demikian, muatan yang atas akan berpengaruh juga kepada muatan yang ada di bawahnya. Anggapan itu terjadi karena gambar dua muatannya tidak disekat-sekat.

Menurut CLT, ketika gambar atau petunjuk itu tidak jelas, memori kerja akan sulit untuk memproses informasi yang tersaji dalam gambar atau petunjuk tersebut (Artino, 2008). Memori kerja akan mencari informasi tambahan dari *long-term memory*. Tambahan informasi itu akan membuat pembaca memiliki persepsi yang berbeda dari apa yang dimaksud oleh penulis.

Dari analisis yang dilakukan, tampak bahwa penulis buku mencoba untuk menyajikan informasi dengan desain yang diharapkan dapat lebih menarik. Hal itu tampak dari penggunaan kombinasi warna dan penyajian informasi tambahan berupa gambar dan teks. Akan tetapi penambahan asesori yang tidak tepat akan membuat sajian informasi itu tidak dapat secara maksimal dipahami oleh pembaca.

Pranata (2004) menjelaskan bahwa desain pesan memiliki tujuan yang berbeda-beda. Ada yang fokus pada daya tarik untuk memperbesar efek perhatian, ada pula yang fokus untuk memperbesar peluang dicapainya pemahaman oleh pembaca. Teori Muatan Kognitif (CLT) fokus pada bagaimana penyajian informasi agar kognisi seseorang dapat bekerja secara maksimal dan pemrosesan informasi menjadi lebih mudah dilakukan, sehingga belajar menjadi lebih efisien.

## **E. Kesimpulan dan Saran**

### **1. Kesimpulan**

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa ketiga buku yang analisis tidak tampak memiliki potensi penerapan Teori Muatan Kognitif. Di sana-sini ditemukan sajian informasi yang tidak dilengkapi contoh konkrit (bagi konsep baru), berlebihan, dapat membagi perhatian, tidak tepat metode atau bentuk sajiannya, dan tidak jelas pemberian petunjuk atau gambarnya. Keadaan seperti itu akan mempersulit pembaca untuk memahami isinya dengan baik.

### **2. Saran-saran**

Mengingat mata pelajaran fisika itu sering dianggap sulit oleh siswa, sebaiknya buku-buku pelajaran didesain dengan menerapkan Teori Muatan Kognitif agar materi pelajaran mudah dicerna dan dipahami siswa sehingga mereka dapat mempelajarinya dengan lebih efisien. Untuk topik baru selalu disertai contoh konkrit, penyajian gambar atau tambahan informasi tidak berlebihan, sajiannya tidak membuat perhatian terbagi, menggunakan metode dan bentuk sajian yang tepat, serta petunjuk dan gambar yang disajikan itu jelas.

## **Daftar Pustaka**

- Artino, A. R. (2008). Cognitive Load Theory and the Role of Learner Experience : An Abbreviated Review for Educational Practitioners. Dalam *Association for the Advancement of Computing in Education Journal* [Online], Vol. 16 (4), 14 halaman. Tersedia : <http://www.uh.cu/static/documents/TD/Cognitive%20Load%20Theory.pdf> [10 Mei 2009].
- Barrouillet, P., et al. (2007). Time and Cognitive Load in Working Memory. Dalam : *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition. The American Psychological Association* [Online], Vol. 33 (3), 15 halaman. Tersedia : [www.iapsych.com/articles/barrouillet2007.pdf](http://www.iapsych.com/articles/barrouillet2007.pdf) [30 Mei 2009].
- Burkes, K. M. E. (2007). *Applying Cognitive Load Theory to the Design of Online Learning* [Online]. Tersedia : [www.sageperformance.com/drjeffallen/Dissertation-Example/KateBurkesdissertation.pdf](http://www.sageperformance.com/drjeffallen/Dissertation-Example/KateBurkesdissertation.pdf). [30 Mei 2009]
- Chong, T.S. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research : Implications for Instructional Designers. Dalam *Malaysian Online Journal of Insttional Technology (MOJIT)* [Online], Vol. 2 (3), 11 halaman. Tersedia :

[http://pppjj.usm.my/mojit/articles/pdf/Dec05/13%20-%20Recent\\_Advances\\_in\\_Cognitive\\_Load%5B1%5D-final.pdf](http://pppjj.usm.my/mojit/articles/pdf/Dec05/13%20-%20Recent_Advances_in_Cognitive_Load%5B1%5D-final.pdf)

[10 Mei 2009]

- Holubova, R. (2008). Effective Teaching methods – Project-based Learning in Phsics. Dalam *US-China Education Riview* [Online], Vol. 5, (12), 9 halaman. Tersedia : <http://www.teacher.org.cn/doc/ucedu200812/ucedu20081204.pdf> [22-3-2009].
- Kayuga, S. dan Pass, J. (2007). Managing Cognitive Load in Instructional Simulations. Dalam *JADIS International Confrence e-Learning* [Online], Tersedia : [www.jadis.net/dl/final\\_uploads/200711L004.pdf](http://www.jadis.net/dl/final_uploads/200711L004.pdf) [30 Mei 2009]
- Pass, F., Renkl, A., dan Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. Dalam *International Science* [Online], (32), 9 halaman. Tersedia : <http://www.springerlink.com/content/t42495336q677725/>. [30 mei 2009].
- Pranata, Moeljadi. (2004). Efek Redundansi: Desain Pesan Multimedia Dan Teori Pemrosesan Informasi. Dalam: *NIRMANA* Vol. 6, No. 2, Juli 2004: 171 - 182 [Online], Tersedia: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/dkv/article/viewFile/16340/16332>. [26-5-2009]
- Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). A Reconsideration of Load Theory. Dalam *Educ Psychol Rev* [Online], (19), 39 halaman. Tersedia : [www.springerlink.com/index/NT077668737230P6.pdf](http://www.springerlink.com/index/NT077668737230P6.pdf) [30 Mei 2009].
- Sweller, J. (2002). *Visualisation and Instructional Design* [Online]. Tersedia : <http://www.iwm-kmrc.de/workshops/visualization/sweller.pdf> [12 Maret 2009]

...mw...

### **Buku yang dianalisis:**

- Daton, G.S., dkk. (2007). *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Grasindo
- Komarudin, N., dkk. (2007). *Fisika 1 Kelas X SMA dan MA*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Taranggono, Agus dan Subagja, Hari. (2006). *Sains, Fisika SMA/MA 1*. Jakarta: Bumi Aksara.