

REPRESENTASI PENGETAHUAN SECARA VISUAL: KAJIAN TERHADAP ORANG TUNANETRA DAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SOAL CERITA

Hendra Kartika¹, Siti Mutmainah²

1 Universitas Singaperbangsa Karawang

2 Universitas Nahdlatul Ulama Lampung

Email : hendra.kartika@staff.unsika.ac.id, mutmainahsiti@unulampung.ac.id

Abstract

Examining visual representations of knowledge, generally speaking of imagery or mental imagery. In recent years, mental imagery through visual representation in mathematical problems solving is still an interesting study to be explored. However, studies on the implications of visual representation of blind people has received much less investigative attention. In this paper, we will investigate three factors that address the goal of this review and to present some of the prominent questions for future research: 1) format of visual representation; 2) mental imagery on the congenital blindness; and 3) visualization on mathematical word problem-solving. Results indicate that visual representation of knowledge is very substantially used to communicate various types of knowledge that describe relationships or patterns. Mental visualization between congenitally blind and sighted people qualitatively similar, but this result only on visuo-spatial skills. The results also indicate that visual representation can be used as a tool to solve mathematical word problem. For further study, this result proposes how the mental imagery of blind people can solve mathematical problem (e.g. geometry, statistics) through visualization.

Keywords: mental imagery, mathematical problem-solving, visual representation, blindness

Submit: Oktober 2019, Publish: Oktober 2019

PENDAHULUAN

Mengkaji representasikan pengetahuan secara visual pada dasarnya membicarakan perumpamaan atau pembayangan mental (*mental imagery*). Pembayangan mental ini telah memainkan peran sentral dalam pembahasan tentang fungsi mental selama ribuan tahun (Pearson et al, 2015). Selain itu, merepresentasikan pengetahuan secara visual merupakan keterampilan abad 21 yang memerlukan kemampuan penalaran pada saat proses pembayangan mental dan kreatifitas untuk menuangkan pengetahuan ke dalam gambar. Kemampuan-kemampuan ini juga memainkan suatu peranan yang penting dalam beberapa proses kognitif, seperti memori kerja, mental rotasi, penalaran tentang kejadian dimasa depan, navigasi, membuat keputusan, dan banyak lagi (Kosslyn et al., 2001; Pearson et al, 2015).

Representasi pengetahuan secara visual jika ditelaah perkata terdiri dari tiga suku kata yaitu, representasi, pengetahuan, dan visual. Kata pertama, representasi merupakan turunan dari kata bahasa Inggris '*present*' dengan imbuhan awal *re-* menjadi '*represent*'. *Present* dapat diartikan dengan menyajikan. Jika ditambahkan imbuhan *re-*, maka dapat diartikan menjadi menyajikan kembali. Kata kedua, pengetahuan, yaitu kata yang tersusun dari kata dasar 'tahu' dan memperoleh imbuhan 'pe - an', yang secara singkat memiliki arti segala informasi yang diperoleh melalui kegiatan inderawi. Kata ketiga, visual, yaitu diartikan dengan berdasarkan penglihatan (KBBI, 2019). Sehingga, berdasarkan ketiga arti kata tersebut, yang dimaksud representasi pengetahuan secara visual adalah menyajikan kembali pengetahuan yang diperoleh berdasarkan penglihatan melalui gambar.

Menurut pandangan penulis, penglihatan yang dimaksud tidak hanya terletak pada mata (karena orang yang tidak dapat melihat pun dapat merepresentasikan pengetahuannya secara visual), tetapi terletak pada pembayangan mental. Pembayangan mental didefinisikan sebagai suatu representasi mental mengenai objek atau peristiwa yang tidak eksis pada saat terjadinya proses pembayangan (Solso et al, 2015). Hal ini menyatakan bahwa untuk melakukan pembayangan mental, pengetahuan tentang objek atau peristiwa tersebut sudah dimiliki sebelumnya.

Selain itu, representasi pengetahuan secara visual dalam matematika berkaitan dengan proses pemecahan masalah dan bergantung pada bagaimana masalah tersebut dipahami oleh pemecah masalah. Memahami masalah matematika khususnya pada soal cerita, merupakan faktor yang sangat penting untuk menyelesaikannya, dan diketahui bahwa pemecah masalah yang efektif menggunakan visualisasi untuk

memahami masalah tersebut (van Garderen & Montague, 2003). Kozhevnikov (dalam Krawec, 2014) membagi representasi visual menjadi dua kategori: representasi bergambar, terutama berkaitan dengan gambar benda, dan representasi skematik, yaitu diagram yang mewakili hubungan spasial antara bagian masalah. Menurut Boonen et al (2014) salah satu kesulitan yang ditemukan pada siswa dalam pemecahan masalah adalah kemampuan untuk menghasilkan representasi visual yang sesuai dari masalah soal cerita. Oleh karena itu, kajian ini mengambil topik bahasan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih lengkap tentang peran (berbagai jenis) representasi visual, kemampuan pembayangan mental pada buta bawaan, dan peran representasi visual terhadap pemecahan masalah soal cerita kata.

PEMBAHASAN

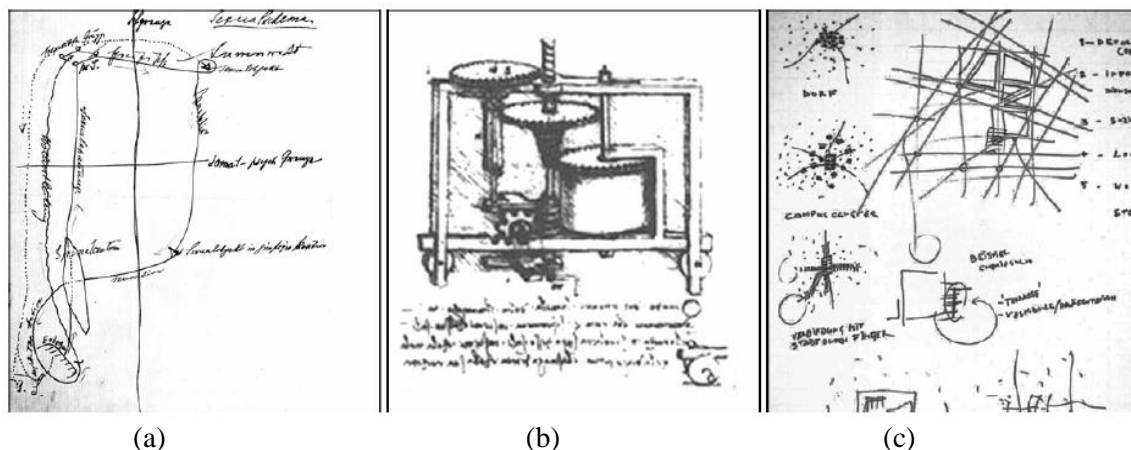
Representasi pengetahuan secara visual merupakan kegiatan menyajikan kembali pengetahuan dari hasil pembayangan mental dengan gambar. Kegiatan yang dimaksud digunakan untuk meningkatkan dalam mentrasfer pengetahuan antara dua orang atau lebih atau suatu kelompok orang. Tujuannya adalah agar pengetahuan tersebut visibel sehingga dapat diakses, didiskusikan, dinilai, atau secara umum dapat dikelola dengan baik (Sparrow, 1998). Representasi visual juga dapat digunakan untuk mengkomunikasikan ide atau gagasan atau memvisualisasikan hasil dari suatu penyelesaian masalah. Informasi yang divisualisasikan dapat berupa sketsa, grafik, diagram, animasi, peta, dsb.

Format dan Contoh-Contoh Representasi Pengetahuan Secara Visual

Format representasi visual memiliki berbagai macam bentuk dan mewakili karakteristik pengetahuan tertentu. Dengan perkembangan teknologi komputer saat ini, selain menggambar menggunakan media kertas dan alat tulis, dapat juga menggunakan bantuan aplikasi perangkat lunak komputer. Eppler & Burkhard (2004) membagi format gambar menjadi enam bentuk, yaitu: sketsa heuristik, diagram konseptual, metafora visual, animasi pengetahuan, peta pengetahuan, dan bagan ilmiah.

Sketsa Heuristik

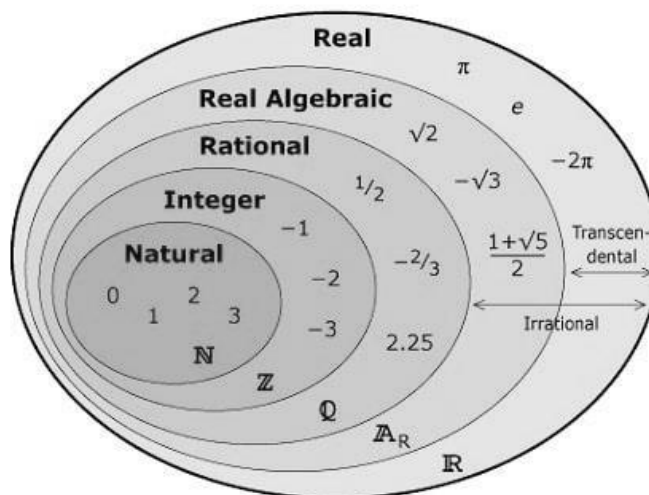
Herbert (1987) mendefinisikan sketsa sebagai gambar informal yang bersifat pribadi yang digunakan oleh seorang desainer sebagai media untuk pemikiran grafis dalam tahap eksplorasi kerja mereka. Sketsa merupakan gambaran awal dari suatu tahapan ide atau konsep. Sketsa juga sering digunakan oleh seorang ilmuwan untuk menuangkan ide atau gagasan suatu konsep yang ditemukan pada saat penyelesaian masalah. Sketsa heuristik adalah gambar yang digunakan untuk membantu refleksi kelompok dalam proses komunikasi dengan membuat pengetahuan yang tidak stabil menjadi eksplisit dan dapat diperdebatkan (Eppler & Burkhard, 2004). Secara umum, sketsa heuristik didefinisikan sebagai gambar kasar atau lukisan secara tradisional di mana seorang seniman atau ilmuwan menuliskan ide-ide awalnya untuk sebuah karya yang pada akhirnya akan diwujudkan dengan lebih presisi dan detail.



Gambar 1. Contoh sketsa heuristik. (a) sketsa heuristik sebagai katalis untuk teori perkembangan; (b) sketsa heuristik Leonardo dan Vinci untuk mengilustrasikan mekanisme utama dari suatu mesin; (c) sketsa heuristik ad-hoc dalam workshop perencanaan perkotaan meningkatkan kualitas komunikasi dan meningkatkan kreatifitas dalam grup (adaptasi dari Eppler & Burkhard, 2004).

Diagram Konseptual

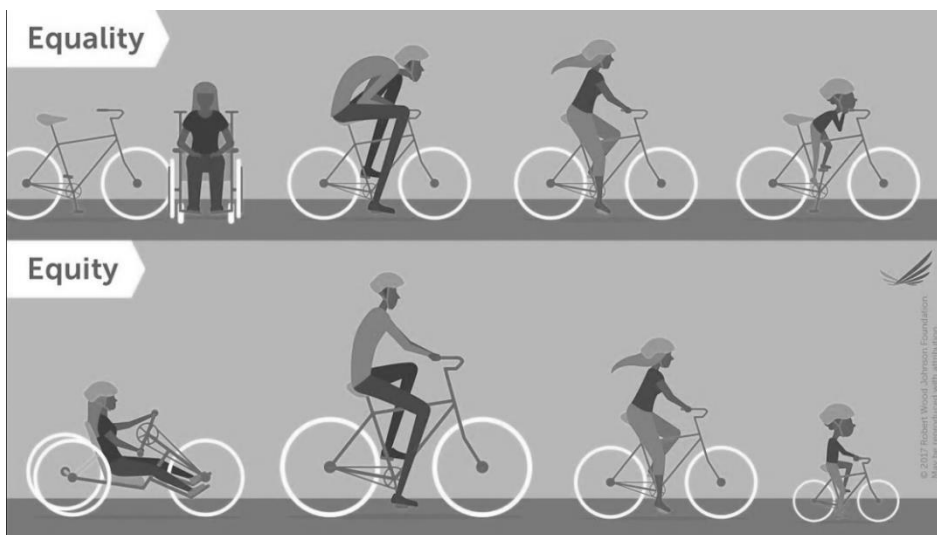
Diagram konseptual merupakan penggambaran skematis ide-ide abstrak dengan bantuan bentuk standar (seperti, panah, lingkaran, piramida atau matriks) yang digunakan untuk menyusun informasi dan menggambarkan hubungan (Eppler & Burkhard, 2004).



Gambar 2. Contoh diagram konseptual tentang bilangan. Sumber: Fb IloveMathematics91.

Metafora Visual

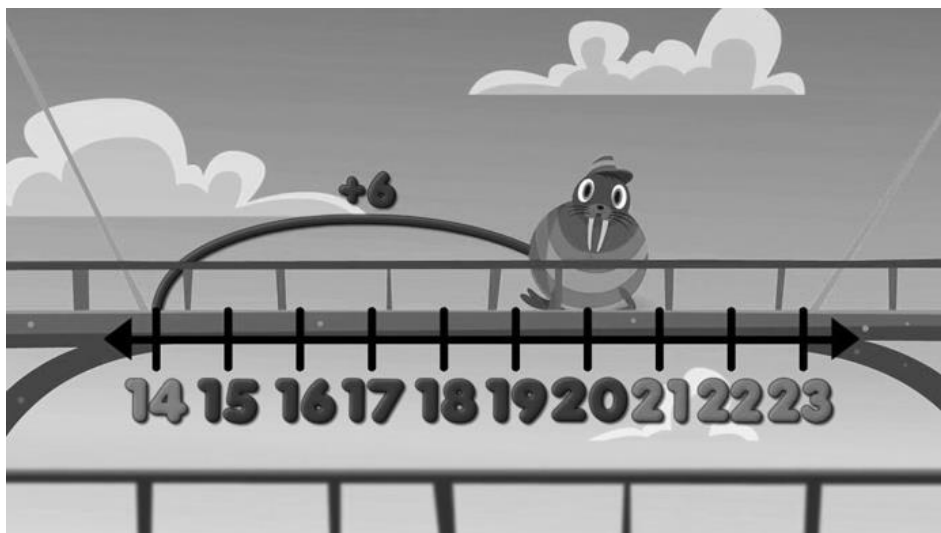
Metafora visual atau visual analogi adalah representasi seseorang, tempat, benda, atau ide melalui gambar visual yang menunjukkan asosiasi atau titik kesamaan tertentu. Metafora visual juga dikenal sebagai perumpamaan bergambar yang digunakan untuk menyampaikan pesan tertentu. Selain itu, metafora visual dapat diartikan sebagai analogi yang mewakili, dalam bentuk yang menjelaskan hubungan spasial, sebuah konsep atau fenomena yang karakter global atau detailnya kurang diwakili oleh deskripsi verbal (Hatcher, 1989).



Gambar 3. Contoh Metafora Visual Tentang *Equality* dan *Equity*.
 Sumber: <https://www.rwjf.org/en/library/infographics/visualizing-health-equity.html>

Animasi Pengetahuan

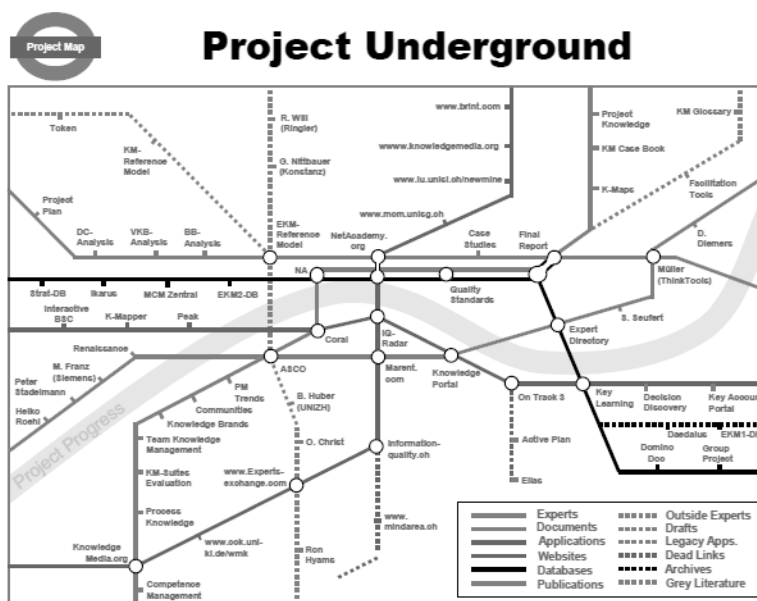
Animasi pengetahuan adalah visualisasi yang didukung komputer yang memungkinkan pengguna mengontrol, berinteraksi, dan memanipulasi berbagai jenis informasi dengan cara yang dapat meningkatkan penciptaan dan transfer pengetahuan.



Gambar 4. Contoh Animasi. Sumber: <https://mathseeds.com/articles/2018/02/01/teaching-elementary-math/>

Peta Pengetahuan

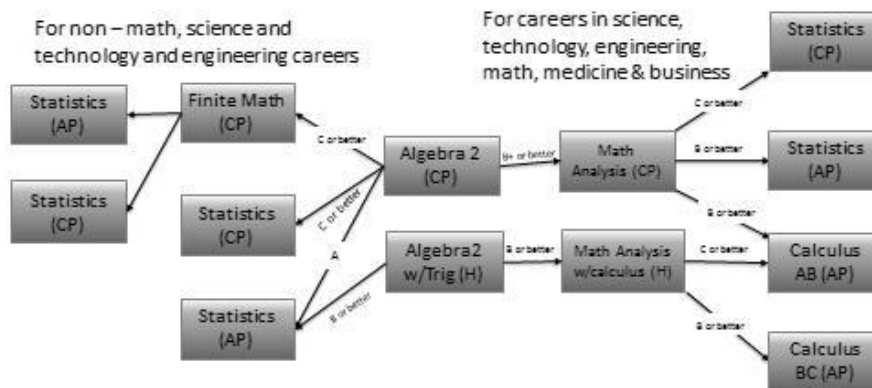
Peta pengetahuan adalah format grafik yang mengikuti konvensi kartografi untuk merujuk pengetahuan yang relevan.



Gambar 5. Contoh peta pengetahuan (adaptasi dari Eppler & Burkhard, 2004)

Bagan Ilmiah

Bagan ilmiah merupakan bagan yang digunakan untuk memvisualisasikan struktur intelektual dan memetakan batas-batas ilmiah serta memvisualisasikan hubungan antara literatur ilmiah (Eppler & Burkhard, 2004).



Gambar 6. Contoh bagan ilmiah. Sumber: <https://www.oakparkusd.org/Page/6340>

Kelebihan dan Kekurangan Representasi Pengetahuan Secara Visual

Beberapa studi empiris menunjukkan bahwa representasi visual lebih unggul daripada representasi sekuensial verbal dalam tugas yang berbeda, yaitu untuk menggambarkan hubungan, untuk mengidentifikasi pola, untuk menyajikan gambar secara umum ataupun secara detail, untuk mendukung penyelesaian masalah dan untuk mengkomunikasikan berbagai jenis pengetahuan (Burkhard, 2004). Namun, Menyajikan data / informasi dalam bentuk visual tidak menjamin bahwa itu akan berguna. Visualisasi hanya berguna jika digunakan dengan benar dan dapat berbahaya jika digunakan dengan buruk. Bresciani et al (dalam Kumar, 2016) mempelajari berbagai bahaya risiko visualisasi dan mengklasifikasikan kekurangan visualisasi terhadap kognitif, emosional dan sosial. Berikut ini merupakan kekurangan dari visualisasi yang dirangkum oleh Kumar (2016) berdasarkan ketiga kategori tersebut menurut perspektif desainer atau pengguna:

1. Visualisasi mungkin ambigu, membingungkan, tidak jelas, tidak akurat, menyesatkan dan tidak konsisten karena duplikasi data, penyederhanaan berlebihan, penggunaan logika, label & warna yang digunakan untuk presentasi sulit untuk ditafsirkan.
2. Visualisasi mungkin tidak fokus, makna tersembunyi, tidak tersirat dan tidak merata karena teknis, pengembangan logis dan fungsional serta kendala yang diinginkan gagal dalam memberikan makna jelas.
3. Visualisasi mungkin berlebihan, komputasional kompleks, multidimensi, multi-nilai, heterogen, dan multi-sumber data yang gagal memberikan hasil *real-time* dan interaktif.
4. Visualisasi mungkin tidak dapat diterima secara universal karena tidak tersedianya format visual standar seperti penggunaan simbol, label, warna, skrip dll yang digunakan untuk visualisasi serta domain masalah yang beragam.
5. Para pengguna dan pengembang alat visualisasi membutuhkan berbagai jenis pengetahuan dan keahlian seperti teknis, wawasan, visualisasi interaktif, pemahaman masalah dan domain. Kurangnya pengetahuan dalam mengembangkan dan menggunakan alat visualisasi tidak hanya menghasilkan inferensi yang salah tetapi mungkin berakibat fatal untuk pengambilan keputusan strategis tertentu.

Berdasarkan penjelasan diatas, representasi visual selain memiliki kelebihan dibandingkan representasi secara verbal, terdapat pula kekurangan yang dapat menimbulkan interpretasi yang beragam antara maksud yang ingin disampaikan oleh yang membuat dengan penggunaannya. Oleh sebab itu, representasi pengetahuan secara visual perlu dicermati cara penggunaannya dengan menggunakan kaidah dan format yang berlaku secara umum. Selain itu, perlu ditekankan kembali maksud dan tujuan dari representasi visual agar tidak menimbulkan salah tafsir bagi penggunaannya.

Proses Pembayangan (*imagery*) Pada Orang Tunanetra

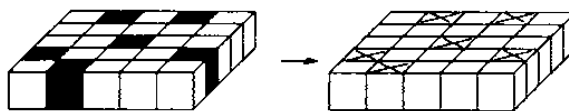
Menyelidiki proses pembayangan mental (*mental imagery*) pada orang tunanetra dari lahir mengarah pada pemahaman tentang peran persepsi visual dalam menghasilkan dan memanipulasi gambar visuo-spasial dan, pada saat yang sama, pemahaman tentang karakteristik yang spesifik dari mekanisme visuo-spasial yang dikembangkan tanpa adanya rangsangan visual. Bahkan, beberapa penelitian kini telah menetapkan bahwa buta secara kongenital mampu membentuk dan memanipulasi citra mental, baik menggunakan persepsi informasi (verbal atau haptik (berkaitan dengan indera peraba)) atau pengetahuan jangka panjang (Cornoldi, C., & Vecchi, 2003). Zimler & Keenan (1983) melaporkan bahwa kinerja penglihatan orang-orang tunanetra dengan yang tidak dalam tugas yang membutuhkan pembayangan mental sangat mirip. Data ini

mengkonfirmasi bahwa pembayangan orang tunanetra secara kualitatif mirip dengan pembayangan orang yang dapat melihat.

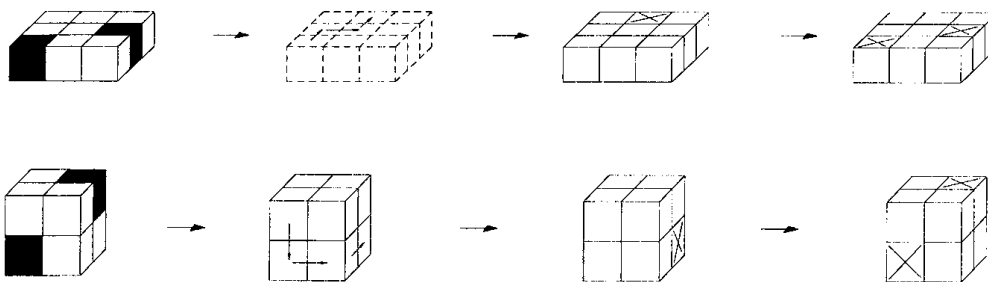
Selain itu, mekanisme yang mendasari mental rotasi memang ada di buta kongenital dan bekerja dengan cara yang sama, dan dari investigasi yang dilakukan oleh menunjukkan bahwa kinerja memori tunanetra membaik ketika sebuah strategi pembayangan digunakan. Secara provokatif, hasil yang dilaporkan menunjukkan bahwa buta bawaan tidak menghalangi representasi mental dari warna (Marmor & Zaback, 1976; Jonides, Kahn, & Rozin, 1975; Marmor, 1978; Cornoldi, C., & Vecchi, 2003).

Marmor dan Zaback (1976) menggunakan paradigma tradisional Shepard dan Metzler untuk mengevaluasi kemampuan mental rotasi, dan Carpenter dan Eisemberg (1978) membenarkan kemampuan orang buta untuk merotasi representasi mental menggunakan materi verbal seperti huruf tunggal dengan orientasi yang beragam. Hasil yang berbeda diperoleh oleh Heller, Calcaterra, Green, dan Lima (Cornoldi, C., & Vecchi, 2003) yang menunjukkan bahwa pengalaman dapat sangat mempengaruhi hasil. Performa orang buta lebih baik daripada orang yang dapat melihat dalam tugas rotasi mental ketika menggunakan Braille terbalik sebagai rangsangan.

Percobaan yang dilakukan terkait dengan mental rotasi untuk membandingkan orang tunanetra dengan non-tunanetra adalah menggunakan matriks kayu dengan menggunakan dua tugas yang berbeda, yaitu tugas pasif (posisi spasial) dan tugas aktif (jalur mental) dalam sesi eksperimental yang sama. Subjek pertama-tama diminta untuk menyentuh matriks kayu untuk mengidentifikasi kotak target, kemudian mengikuti urutan pernyataan arah. Pada bagian akhir, peserta disajikan dengan lengkap matriks kayu netral dan diminta untuk menunjuk ke posisi akhir jalur dan ke posisi sebelumnya yang ditempati oleh kubus target. Dalam studi pertama, menggunakan matriks 5×5 (lihat Gambar 7) dengan tugas aktif yang terdiri dari delapan gerakan dan posisi pasif termasuk dua atau lima kubus (lihat Gambar 8). Prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut: subyek, pertama kali disajikan dengan matriks pasif dan diperintahkan untuk menghafal posisi kubus target. Mereka kemudian ditanya untuk mengikuti jalur dalam matriks yang dibayangkan dengan ukuran yang sama dengan yang sebelumnya disajikan dalam tugas pasif. Prosedur terakhir, mereka dituntut untuk memberi jawaban pasif dan aktif dalam matriks kosong dengan menunjukkan, pertama, posisi akhir jalur, dan kedua, posisi yang sebelumnya ditempati oleh kotak target. Hasilnya menunjukkan bahwa kinerja kedua kelompok tidak berbeda untuk tugas pasif, sedangkan subyek tunanetra menunjukkan pengurangan yang signifikan dalam tugas aktif.



Gambar 7. Matriks balok ukuran 5×5 (adaptasi dari Cornoldi & Vecchi, 2003).



Gambar 8. Contoh prosedur berurutan yang melibatkan tugas pasif dan aktif. Kubus target dibedakan dengan menutupinya dengan amplas agar memungkinkan untuk mudah dikenali dengan sentuhan (adaptasi dari Cornoldi & Vecchi, 2003).

Representasi Pengetahuan Secara Visual dalam Pemecahan Masalah Matematika Soal Cerita

Menurut Sierpinska (dalam Yung & Pass, 2015) menggunakan representasi visual dapat mendukung peserta didik untuk memproses dan mengubah konsep matematika abstrak menjadi representasi konkret, dan membentuk mental gambar konkret tersebut. Penggunaan representasi visual dalam proses penyelesaian masalah mungkin tidak selalu efektif dan dalam beberapa situasi bahkan dapat menyebabkan solusi yang salah. Walaupun demikian, menciptakan representasi visual yang menekankan hubungan spasial dalam proses pemecahan masalah matematika dapat berkontribusi dalam keberhasilan memecahkan masalah (Lean, G., & Clements, 1981; Presmeg, 1992; Guler & Ciltas, 2011). Salah satu representasi visual yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah matematika khususnya soal cerita adalah diagram.

Representasi visual dalam bentuk diagram dapat membantu menyelesaikan masalah matematika. Menurut Diezmann & English (2001) diagram adalah representasi visual yang menampilkan informasi secara tata letak spasial. Dalam pemecahan masalah, diagram dapat berfungsi untuk "membongkar" struktur masalah dan meletakkan dasar untuk solusinya. Oleh karena itu, siswa sering direkomendasikan untuk menggunakan diagram dalam menyelesaikan masalah matematika. Untuk beberapa siswa, rekomendasi ini sangat membantu, dan mereka dapat menggunakan diagram sebagai alat dalam berpikir dan belajar matematika. Diagram-diagram yang dimaksud dapat berupa: garis atau jaringan, matriks, pohon atau hierarki, dan diagram bagian-utuh. Berikut ini merupakan contoh-contoh penggunaan diagram dalam penyelesaian masalah matematika soal cerita yang diadaptasi dari Jitendra & Woodward (2019).

Diagram Garis atau Jaringan

Contoh soal:

Dua mobil keluar dari suatu kota dengan arah perjalanan yang berlawanan dan kecepatan yang berbeda. Mobil pertama berjalan dengan kecepatan 40 mph sedangkan mobil kedua berjalan dengan kecepatan 60 mph. Seberapa jauh mereka terpisah selama 2 jam?

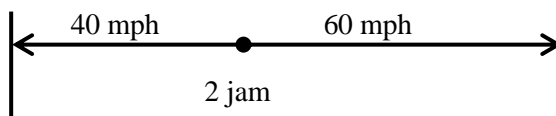


Diagram Matriks

Contoh Soal:

Thomas, Ramona, dan Inez berdiskusi tentang jenis-jenis film favorit mereka. Masing-masing dari mereka menyukai jenis film yang berbeda-beda. Thomas tidak menyukai film dimana terdapat banyak sekali pertarungan dan mobil tabrakan. Ramona sering sekali tertawa dalam film favoritnya. Inez tidak menyukai film yang seram atau film yang lucu. Film-film apakah yang Thomas, Ramona, dan Inez sukai?

	Horror	Aksi	Komedi
Thomas		×	
Ramona			√
Inez	×	√	×

Diagram Hierarki

Contoh Soal:

Setumpuk kartu mempunyai 40 kartu. 30 kartu berwarna hitam dan 10 kartu berwarna merah. Kartu tersebut dikocok hingga kartu berada dalam urutan acak. Kamu mengambil satu kartu. Setiap kali kartu tersebut dikembalikan, kartu tersebut dikocok kembali. Berapakah peluang dari mengambil suatu kartu merah, kartu merah, dan selanjutnya kartu hitam?

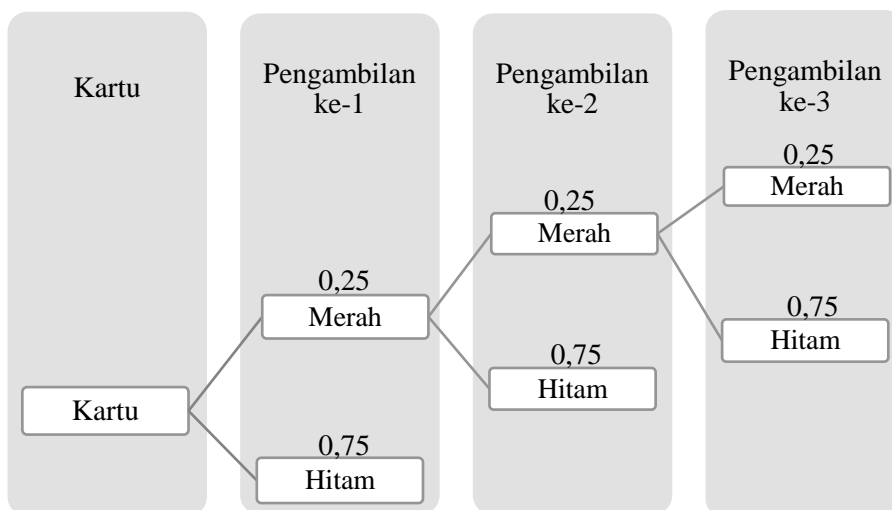


Diagram Bagian-utuh

Contoh Soal:

Cheryl pergi ketempat rongsokkan untuk mencari ban yang dapat digunakan kendaraannya. Di tempat tersebut, dia menghitung ada 30 ban pada mobil dan motor. Ada dua kali lebih banyak mobil dari pada motor. Berapa banyak mobil dan motor yang terdapat pada tempat rongsokkan tersebut?



PENUTUP

Representasi pengetahuan secara visual merupakan kegiatan menyajikan kembali pengetahuan secara visual yang diperoleh dari perumpamaan atau pembayangan mental (*mental imagery*). Representasi visual juga dapat dilakukan oleh orang tunanetra. Menurut hasil penelitian Zimler dan Keenan dan Kerr (dalam Cornoldi & Vecchi, 2003) menyatakan bahwa pembayangan mental orang tunanetra secara kualitatif mirip dengan pembayangan mental orang yang dapat melihat. Representasi visual jika dikaitkan dengan matematika, dapat membantu penyelesaian masalah matematika.

Selain itu, terdapat kelebihan dan kekurangan dalam merepresentasikan pengetahuan secara visual. Representasi visual sangat baik untuk menjelaskan dan memberikan gambaran tentang suatu hubungan, proses, hierarki, dsb. Namun, akan berakibat buruk jika salah dalam menggunakan alat yang digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan visual. Oleh sebab itu, perlu mengetahui format dan kaidah yang berlaku secara umum agar pengetahuan yang direpresentasikan secara visual dapat diterima dengan baik oleh penggunanya.

DAFTAR RUJUKAN

- Boonen, A.J.H., van Wesel, F., Jolles, J., & van der Schoot, M. (2014). The role of visual representation type, spatial ability, and reading comprehension in word problem solving: An item-level analysis in elementary school children. *International Journal of Educational Research*, 68, 15-26.
- Burkhard, R. (2004). *Learning from architects: the difference between knowledge visualization and information visualization*. In: Proceedings of Eighth International Conference on Information Visualization (IV 2004), pp. 519–524. IEEE, London.
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2003). *Visuo-spatial working memory and individual differences*. Hove: Psychology Press Taylor & Francis Group.
- Diezmann, C., & English, L. (2001). *Promoting the use of diagrams as tools for thinking*. In A. Cuoco & F. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (pp. 77–89). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Eppler, M. J., & Burkhard, R. (2004). *Knowledge visualization: Towards a new discipline and its fields of application*. Lugano: Università della Svizzera italiana, Faculty of Communication Sciences, Institute for Corporate Communication.
- Guler, G., & Ciltas, A. (2011). The visual representation usage levels of mathematics teachers and students in solving verbal problems. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(11), 145-154.
- Hatcher, E.P. (1989). *Visual Metaphors: A Methodological Study in Visual Communication*. University of New Mexico Press.
- Herbert, D. (1987). Study drawings in architectural design: Applications of CAD systems. In: Proceedings of the 1987 workshop of the association for computer aided design in architecture (ACADIA).
- Jitendra, A. K., & Woodward, J. (2019). The role of visual representations in mathematical word problems. *Cognitive Foundations for Improving Mathematical Learning*, 269–294. doi:10.1016/b978-0-12-815952-1.00011-6.
- Jonides, J., Kahn, R., & Rozin, P. (1975). Imagery instructions improve memory in blind subjects. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 5, 424–426.
- Krawec, J.L. (2014). Problem representation and mathematical problem solving of students of varying math ability. *Journal of Learning Disabilities*, 47(2), 103-115. doi: 10.1177/0022219412436976.
- Kosslyn S.M., Ganis, G., & Thompson, W.L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nat Rev Neurosci*, 2, 635– 642.

- Kumar, S. (2016). A Review of Recent Trends and Issues in Visualization. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 8(3), 41-54.
- Lean, G., & Clements, M. A. K. (1981). Spatial ability, visual imagery, and mathematical performance. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 267–299.
- Marmor, G. S., & Zaback, L. A. (1976). Mental rotation by the blind: Does mental rotation depends on visual imagery? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 515–521.
- Marmor, G. S. (1978). Age at onset of blindness and the developmental of the semantics of colour names. *Journal of Experimental Child Psychology*, 25, 267–278.
- Nordquist, R. (2018). *Visual metaphor glossary of grammatical and rhetorical terms*. [Online]. Diakses Pada: <https://www.thoughtco.com/visual-metaphor-1692595>.
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E.A., & Kosslyn, S.M. (2015). Mental imagery: functional mechanisms and clinical applications. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(10), 590-602. doi: 10.1016/j.tics.2015.08.003.
- Presmeg, N. C. (1992). Prototypes, Metaphors, Metonymies, And Imaginative Rationality In High School Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 23, 595-610.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701–703.
- Solso, R. L., MacLin, O. H., & MacLin, M. K. (2015). *Cognitive psychology*. Singapore: Pearson Education South Asia Pte Ltd.
- Sparrow, J. (1998). *Knowledge in organization*. CA, Thousand Oaks: Sage Publication.
- van Garderen, D., & Montague, M. (2003). Visual-spatial representation, mathematical problem solving, and students of varying abilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18, 246–254.
- Yung, H. I. & Paas, F. (2015). Effects of computer-based visual representation on mathematics learning and cognitive load. *Educational Technology and Society*, 18(4), 70-77.
- Zimler, J., & Keenan, J. M. (1983). Imagery in the congenitally blind: How visual are visual images? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 269–282.