

REKA BENTUK PEMBANGUNAN PROTOTAIP PERISIAN PEMBELAJARAN MATEMATIK *VATrans* YANG BERASASKAN PENGGABUNGAN PEMIKIRAN VISUALISASI DAN ANALISIS

MOHD SALLEH ABU¹ & TAN WEE CHUEN²

Abstrak. Proses pembelajaran matematik yang bermakna banyak berasaskan kepada aktiviti mental melibatkan proses mencari, membina dan mengaplikasi perhubungan atau perkaitan secara logik serta membentuk kefahaman intuitif mengenai sesuatu konsep. Aktiviti ini amat berkait rapat dengan dua jenis pemikiran matematik dinamakan Visualisasi dan Analisis. Lazimnya, pembelajaran matematik yang berkesan bukan sahaja memerlukan pelajar mengamalkan kedua-dua jenis pemikiran ini tetapi juga ia perlu dilakukan secara bergabung. Keperluan penggabungan kedua-dua jenis pemikiran ini menjadi lebih jelas dalam beberapa topik matematik khususnya yang memerlukan pelajar membuat penaakulan dan konfigurasi ruang, misalnya Translasi. Artikel ini mencadangkan asas rekabentuk pembangunan prototaip perisian pembelajaran berasaskan penggunaan teknologi komputer (dinamakan *VATrans*) yang boleh bertindak sebagai alat pembelajaran (*learning tool*) yang membantu pelajar dalam mempertingkatkan penggabungan kedua-dua jenis pemikiran berkenaan dalam proses pembelajaran matematik.

1.0 PENDAHULUAN

Pengajaran dan pembelajaran matematik, khususnya di peringkat sekolah rendah dan menengah adalah dirancang dan direkabentuk untuk memberi pengalaman pembelajaran supaya membolehkan pelajar memahami konsep dan menguasai sesuatu kemahiran matematik secara bermakna. Secara spesifik, khususnya dalam beberapa topik matematik, proses pembelajaran ini memerlukan pelajar melakukan aktiviti mental melibatkan proses mencari, membina dan mengaplikasi perhubungan atau perkaitan secara logik serta membentuk kefahaman intuitif mengenai sesuatu konsep. Ramai ahli psikologi matematik berpendapat bahawa proses ini amat berkait rapat dengan dua jenis pemikiran matematik yang dinamakan Visualisasi dan Analisis (lihat misalnya Krustetkii, 1976; Eisenburg & Dreyfus, 1991; Zazkis *et al.*, 1996). Mereka juga mengatakan bahawa keupayaan pelajar mengamalkan kedua-dua jenis pemikiran ini secara bergabung adalah penting dalam proses pembelajaran matematik (lihat misalnya Krustetkii, 1976; Artigue, 1996; Zaleha Ismail, 1997; Eisenburg & Dreyfus, 1991; Zazkis *et al.*, 1996; Tan Wee Chuen, 2000).

¹ Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor Darul Takzim, Malaysia.

² Kolej Selatan, Jalan Skudai, 81300, Skudai, Johor Darul Takzim, Malaysia.

Sementara itu, terdapat banyak kajian yang menunjukkan bahawa keupayaan dan kelebihan teknologi komputer boleh dimanfaatkan untuk menghasilkan alat pembelajaran matematik (lihat misalnya Dubinsky & Tall, 1991; Zimmermann & Cunningham, 1991; Artigue, 1996). Penggunaan alat pembelajaran seperti ini lazimnya melibatkan perubahan aktiviti dan proses pembelajaran (khususnya domain kognitif) serta perubahan peranan 'guru' secara radikal berbanding proses pembelajaran tradisional. Artikel ini mencadangkan asas reka bentuk pembangunan prototaip perisian pembelajaran (yang dinamakan *VATrans*) yang boleh bertindak sebagai alat pembelajaran yang membantu pelajar dalam mempertingkatkan penggabungan kedua-dua jenis pemikiran Visualisasi dan Analisis.

2.0 Perspektif Teori Pembelajaran Matematik

Kewujudan pemikiran Visualisasi dan Analisis dalam proses pembelajaran matematik telah lama dibincangkan oleh tokoh dan pakar psikologi matematik. Zimmermann dan Cunningham (1991) menyatakan bahawa proses pembelajaran matematik melibatkan dua sifat kecenderungan umum yang utama, iaitu sifat yang lebih cenderung kepada pembentukan perhubungan atau perkaitan secara logik (atau dikenali sebagai pemikiran jenis Analisis) dan sifat yang cenderung kepada pembentukan kefahaman secara intuitif logik (atau dikenali sebagai pemikiran jenis Visualisasi). Kedua-dua jenis pemikiran (atau sifat kecenderungan) ini penting dalam menghasilkan proses pembelajaran matematik yang bermakna. Kedua-dua jenis pemikiran ini dijelaskan secara terperinci (walaupun dengan terminologi yang berlainan) oleh beberapa ahli psikologi matematik lain seperti Krustetkii (1976), Eisenburg & Dreyfus (1991) dan Zazkis *et al.* (1996).

Beberapa kajian yang dijalankan telah membuktikan bukan sahaja kedua-dua jenis pemikiran Visualisasi dan Analisis perlu dalam proses pembelajaran matematik malah ia perlu diamalkan secara bergabung (lihat misalnya Artigue, 1996, Zaleha Ismail, 1997; Eisenburg & Dreyfus, 1991; Zazkis *et al.*, 1996; Tan, 2000). Sebagai contoh spesifik, mereka mengatakan bahawa komponen perwakilan simbolik dan berangka dalam pemikiran Analisis dianggap penting dan merupakan pengiring kepada pemikiran Visualisasi. Keterangan mengenai fenomena ini dijelaskan secara terperinci oleh ramai ahli psikologi matematik seperti Krustetkii (1976), Vinner (1983), Zimmermann & Cunningham (1991), Artigue (1991), Tall (1991), Sharma (1992) dan Zazkis *et al.* (1996).

Sementara itu, terdapat ramai ahli psikologi matematik yang memanfaatkan keupayaan dan kelebihan teknologi komputer untuk menghasilkan alat pembelajaran yang mampu memberikan pendekatan alternatif kepada proses pembelajaran matematik. Mereka berpendapat teknologi komputer berupaya membantu pelajar membina dan menerima konsep atau idea matematik yang abstrak berasaskan pengalaman konkrit yang dijanakan melalui simulasi, paparan grafik dan animasi di

samping penjanaan algoritma melibatkan nombor dan simbol, tatatanda dan penerangan langkah-langkah (lihat misalnya, Dubinsky & Tall, 1991; Zimmermann & Cunningham, 1991; Artigue, 1996; Zazkis *et al.*, 1996; Zaleha Ismail, 1997; Tan Wee Chuen, 2000).

Dalam konteks ini, penulis mendapati telah terdapat beberapa usaha awal yang dilakukan oleh ahli psikologi matematik dalam mengeksploitasi penggunaan teknologi komputer untuk mempertingkatkan penggabungan pemikiran Visualisasi dan Analisis (dengan berbagai terminologi berbeza tetapi membawa maksud yang sama atau hampir serupa) di kalangan pelajar. Bagaimanapun, setakat ini penulis belum lagi mendapati sebarang model khusus yang kukuh untuk dijadikan asas reka bentuk pembangunan perisian alat pembelajaran yang berasaskan kepada amalan penggabungan pemikiran Visualisasi dan Analisis ini.

3.0 Asas Reka Bentuk Pembangunan Perisian *VATrans*

Objektif pembangunan prototaip perisian *VATrans* bukanlah untuk menghasilkan sebuah alat pembelajaran matematik yang lengkap yang bersifat *ready to use*. Sebaliknya, objektif utama pembangunannya adalah untuk menyediakan suatu asas reka bentuk pembangunan perisian alat pembelajaran yang dijangka mampu untuk membantu pelajar mempertingkatkan pemikiran Visualisasi dan Analisis di samping menggalakkan penggabungan kedua-dua jenis pemikiran matematik ini semasa mempelajari beberapa tajuk matematik tertentu. Perlu juga dinyatakan di sini bahawa pembangunan *VATrans* ditumpukan kepada keupayaannya berfungsi sebagai alat pembelajaran matematik alternatif dan bukannya kecanggihannya dari perspektif penggunaan teknologi multimedia.

Bersesuaian dengan objektif serta sifatnya sebagai prototaip, pembangunan *VATrans* hanya ditumpukan kepada satu topik matematik yang memerlukan tahap pemikiran Visualisasi dan Analisis yang tinggi. Untuk tujuan ini, pengkaji telah memilih topik matematik Transformasi Geometri peringkat menengah rendah (yang juga berkaitan dengan akronim *VATrans* ini). Pengkaji berkeyakinan penuh bahawa asas reka bentuk ini boleh digunakan untuk topik matematik lain yang berkaitan.

Keseluruhan proses pembangunan prototaip *VATrans* ini telah dilakukan menggunakan bahasa pengaturcaraan Visual Basic 5 (VB5). Pengkaji memilih bahasa pengaturcaraan ini disebabkan VB5 merupakan perisian jenis berorientasikan objek (*object-oriented*) di mana ia berupaya untuk menyediakan persekitaran pengaturcaraan yang lebih fleksibel (Harrington, 1997). Jenis perisian ini dapat digunakan dalam persekitaran *windows* dan ia boleh membentuk perisian yang interaktif dengan kemudahan *wizard* dan *controls* tertentu (Wallace, 1995; Harrington, 1997). Selain itu, VB5 berupaya menyokong pengaturcaraan yang melibatkan pangkalan data, menjana proses penjelmaan secara Visualisasi dan Analisis. Bahasa pengaturcaraan yang lain seperti bahasa pengarang (*authoring language*) tidak dipilih adalah

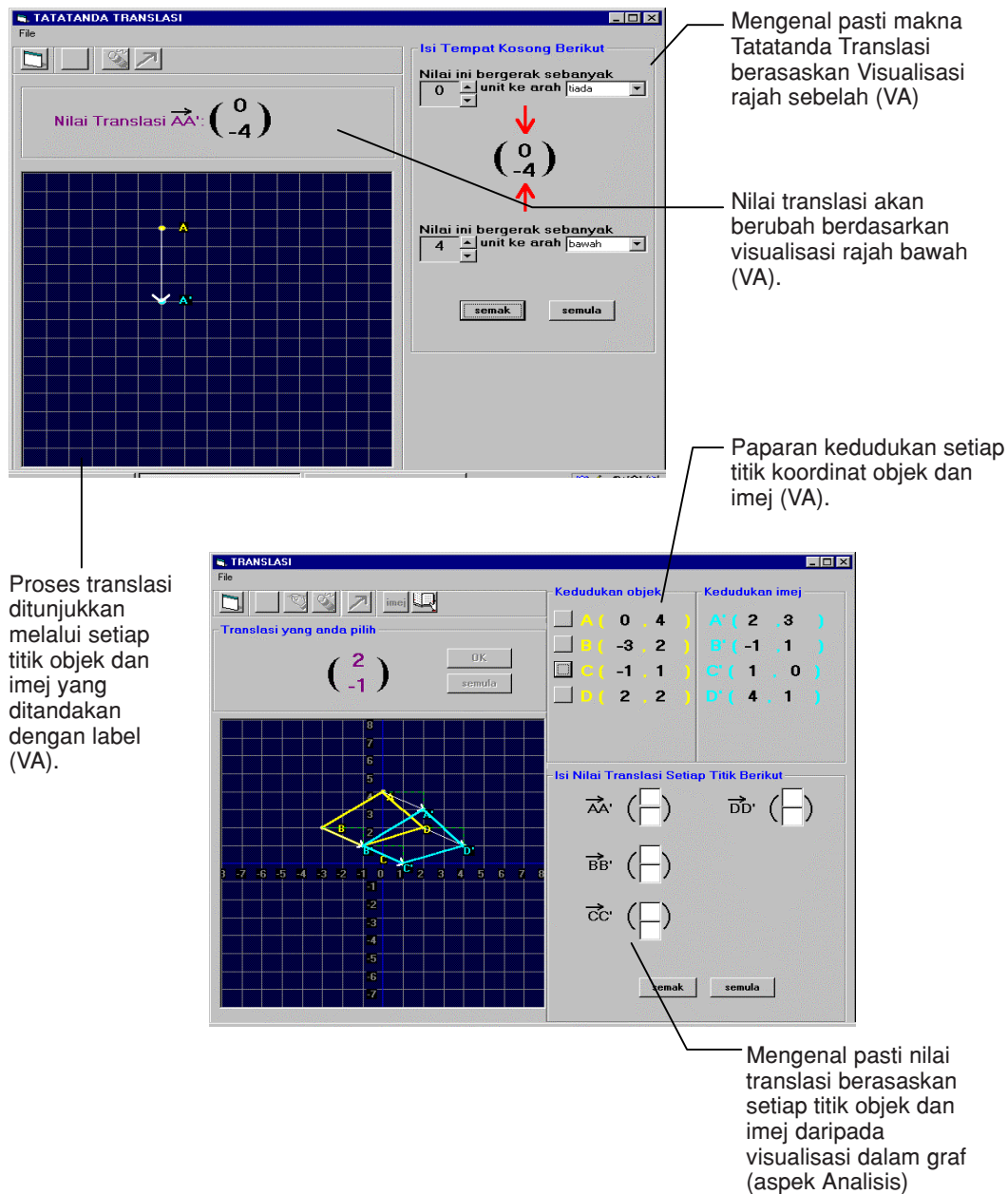
disebabkan jenis bahasa tersebut sukar menjana aspek Visualisasi dan Analisis terutamanya bagi pantulan dan putaran. Selain itu, jenis bahasa tersebut adalah lebih sesuai untuk pembangunan jenis perisian yang berpusatkan isi kandungan (Lockard *et al.*, 1997).

Reka bentuk *VATrans* adalah berdasarkan penggabungan visualisasi dan analisis. Aspek visualisasi dalam *VATrans* terdiri daripada penggunaan, graf, pergerakan garisan berwarna, rajah sesuatu bentuk yang dilukis oleh pelajar berasaskan enam titik, penggunaan warna yang berbeza untuk membezakan bentuk objek dan imej, pelbagai format dan warna untuk teks dan paparan sifat-sifat sesuatu penjelmaan secara grafik.

Sementara itu, analisis merupakan aktiviti di mana pelajar membuat penaaakulan terhadap sifat-sifat sesuatu geometri (Burger & Shaughnessy, 1986). Aktiviti bagi pemikiran analisis dilakukan melalui soalan yang membimbing pelajar membuat analisis sifat sesuatu penjelmaan, penggunaan titik-titik dalam melukis sesuatu satah, label abjad terhadap setiap titik dan proses sesuatu penjelmaan yang ditunjukkan melalui setiap titik objek dan imej. Selain itu, terdapat bingkai yang disediakan khas untuk menggalakkan pelajar membentuk perhubungan melalui pembentukan persamaan dan perbezaan dalam setiap penjelmaan serta membentuk peraturan atau formula tertentu daripada aspek visualisasi dan analisis yang ditunjukkan dalam *VATrans*. Tajuk kecil dalam *VATrans* adalah dibahagikan kepada beberapa tajuk tertentu dan disusun secara hirarki untuk memudahkan pelajar membuat identifikasi dan klasifikasi sifat-sifat sesuatu penjelmaan secara analisis.

Rekabentuk pembangunan *VATrans* adalah berasaskan teori pembelajaran yang berkaitan dengan pemikiran Visualisasi dan Analisis seperti yang dinyatakan dalam bahagian sebelum ini. Kandungan serta aktiviti pembinaan dan penerimaan sesuatu konsep dan kemahiran yang perlu dikuasai oleh pelajar adalah dipilih dan disusun untuk menggalakkan amalan pemikiran Visualisasi dan Analisis dalam mod yang bergabung. Kandungan dan aktiviti pembelajaran dalam *VATrans* ini direkabentuk dalam dua struktur utama iaitu Sistem Tutorial dan Sistem Penyelesai Masalah. Pengkaji memilih gabungan kedua-dua sistem ini berasaskan kepada cadangan dan hasil perbincangan dengan beberapa orang pendidik matematik berpengalaman di samping pertimbangan terperinci mengenai sifat dan kejadian pemikiran Visualisasi dan Analisis itu sendiri.

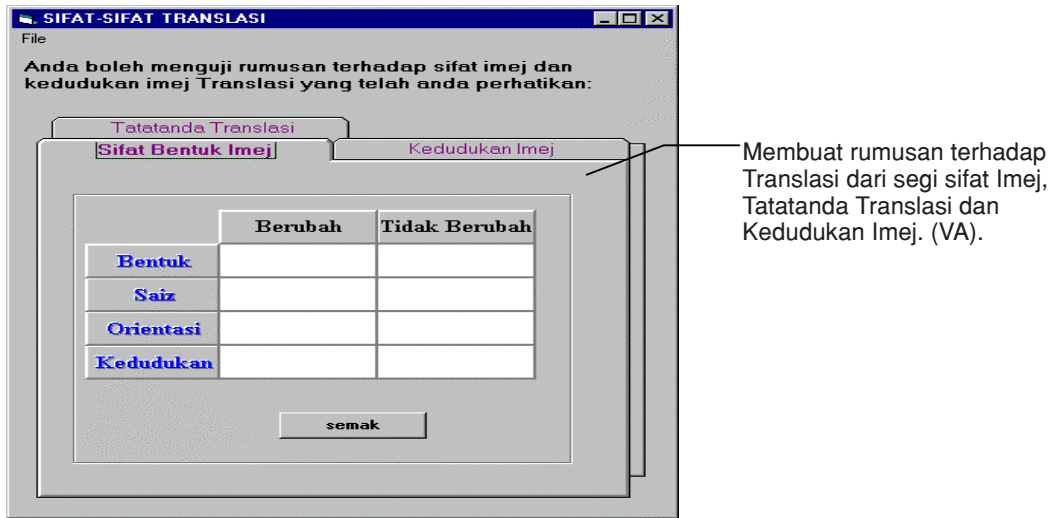
Sistem Tutorial *VATrans* merangkumi pembelajaran dalam tiga subtopik kecil iaitu Translasi, Pantulan dan Putaran. Rajah berikut merupakan contoh sistem tutorial dalam *VATrans* untuk tajuk kecil Translasi. Tajuk kecil Translasi terdiri daripada tajuk Tatatanda Translasi dan Translasi. Tajuk Tatatanda Translasi bertujuan untuk menunjukkan perhubungan arah pergerakan sesuatu objek dengan sesuatu nilai translasi melalui visualisasi *VATrans*. Dalam Translasi pula, pelajar boleh mencuba ide mereka terhadap translasi dan menguji setiap nilai translasi untuk translasi setiap titik objek dan imej (rujuk Rajah 1). Bingkai tertentu direka bentuk untuk



Rajah 1 Tutorial *VATrans* bagi tajuk kecil translasi

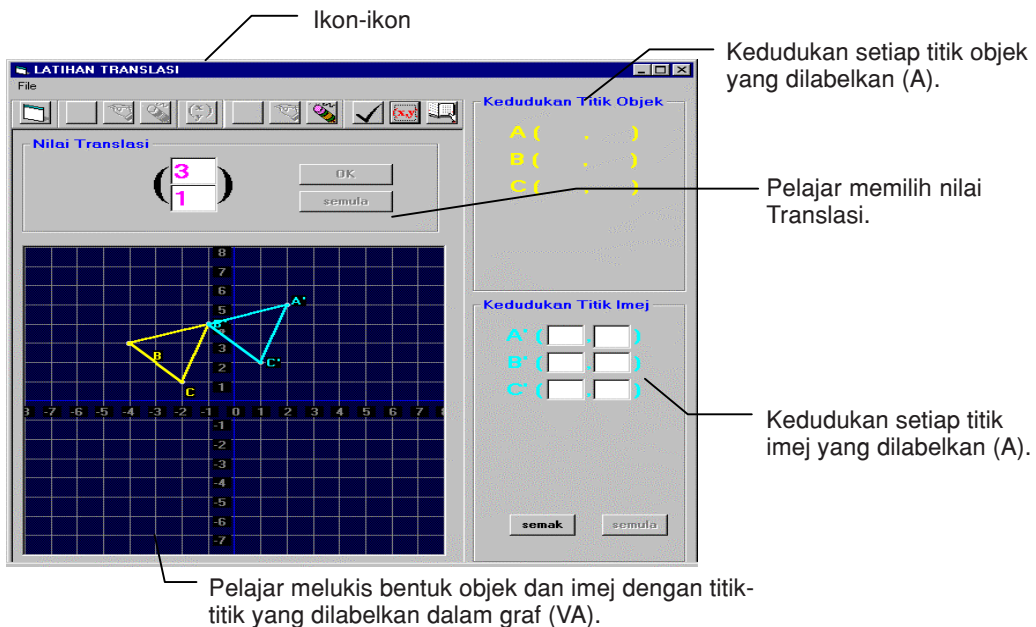
membimbing pelajar membuat Analisis terhadap Visualisasi yang diperhatikan melalui pembentukan rumusan terhadap sifat Translasi, makna Tatatanda Translasi dalam graf dan formula untuk kedudukan imej translasi (rujuk Rajah 2).

Sistem Penyelesai Masalah pula merangkumi latihan yang direkabentuk khusus dinamakan Latihan Translasi, Latihan Pantulan dan Latihan Putaran dan Penjelmaan

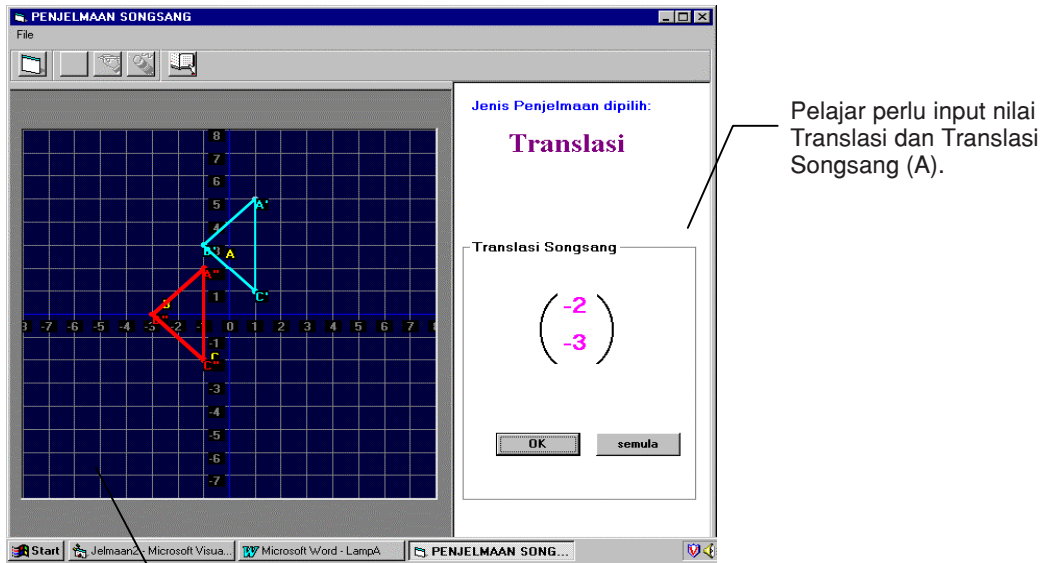


Rajah 2 Bingkai pembentukan perhubungan tajuk kecil translasi dalam tutorial *VTrans*

Songsang. Latihan *VTrans* direkabentuk dalam bahagian penyelesaian masalah untuk membolehkan pelajar meneroka konsep bagi setiap tajuk kecil berdasarkan pembelajaran daripada bahagian tutorial *VTrans*. Rajah 3 dan Rajah 4 merupakan bingkai bagi Latihan Translasi dan Translasi Songsang. Soalan-soalan dalam Latihan tidak dijanakan oleh *VTrans* dan pelajar bebas meneroka idea dan menyemak



Rajah 3 Latihan translasi

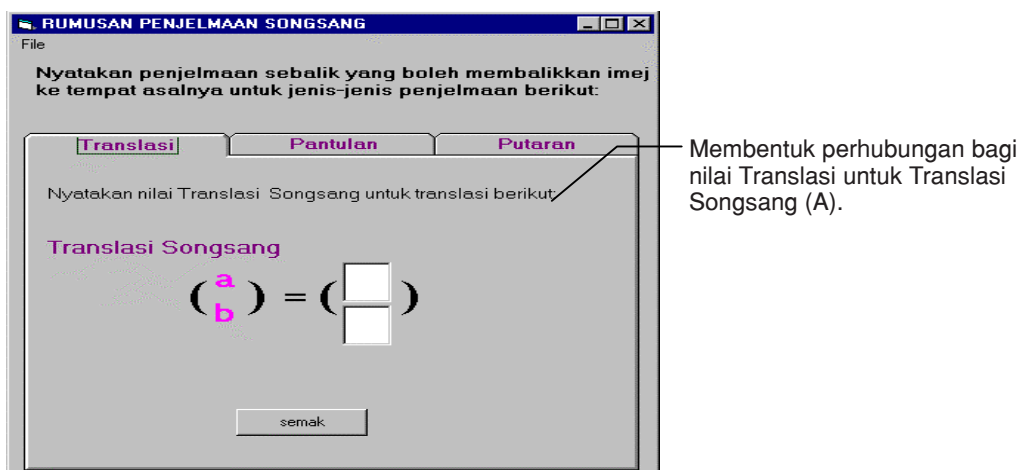


Pelajar perlu input nilai Translasi dan Translasi Songsang (A).

Rajah imej translasi dan translasi songsang dengan titik-titik dan label-label sesuatu objek dan imej (VA).

Rajah 4 Bingkai translasi songsang

idea mereka. Bingkai tertentu direkabentuk untuk membimbing pelajar membuat Analisis terhadap Visualisasi yang diperhatikan melalui pembentukan perhubungan nilai Translasi dalam Translasi Songsang (rujuk Rajah 5). Aspek Visualisasi dan Analisis bagi setiap bahagian dalam bingkai-bingkai tersebut diterangkan secara terperinci dalam rajah-rajah berikut:



Membentuk perhubungan bagi nilai Translasi untuk Translasi Songsang (A).

Rajah 5 Bingkai membentuk perhubungan nilai translasi songsang

4.0 PENUTUP

Seperti yang dinyatakan sebelum ini, artikel ini menjelaskan satu kerangka teori ringkas berkaitan reka bentuk pembangunan prototaip alat pembelajaran yang dijangka mampu untuk membantu pelajar mempertingkatkan pemikiran Visualisasi dan Analisis di kalangan pelajar di samping menggalakkan penggabungan kedua-dua jenis pemikiran matematik ini semasa mempelajari beberapa tajuk matematik tertentu. Adalah diharapkan agar usaha ini akan merintis jalan kepada pembangunan perisian yang direkabentuk berasaskan teori pembelajaran yang kukuh dan praktikal, sama ada dalam topik-topik yang berlainan mahupun perlanjutan kepada proses kognitif yang lain. Selain itu, kerangka ini dijangka berguna kepada pereka bentuk perisian dan multimedia untuk menjadikan ia sebagai satu perisian yang sempurna dan baik.

Satu kajian keberkesanan penggunaan *VATrans* ini sedang dilaksanakan oleh pengkaji dan akan dilaporkan kelak. Sementara itu, pembaca yang ingin memerlukan keterangan lanjut mengenai prototaip *VATrans* ini boleh menghubungi pengkaji melalui e-mail di alamat salleh@mel.fp.utm.my atau weechuen@tm.net.my.

RUJUKAN

- Artigue, M. 1991. *Analysis*. dlm. Tall, D. *Advanced Mathematical Thinking*. London: Kluwer Academic Publisher. 167 – 198.
- Dubinsky, E. and D. Tall. 1991. *Advanced Mathematical Thinking And The Computer*. dlm. Tall, D. *Advanced Mathematical Thinking*. London: Kluwer Academic Publisher. 231 – 243.
- Eisenberg, T. and T. Dreyfus. 1991. *On The Reluctance To Visualize In Mathematics*. dlm. W. Zimmermann & S. Cunningham. *Visualization In Teaching And Learning Mathematics*. MAA Note (19). 25 – 39.
- Harrington, J. 1997. *Visual Basic 5 Interactive Course*. Corte Madera: Waite Group Press.
- Krustekii, V. A. 1976. *The Psychology of Mathematics Abilities in School Children*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lockard, J., P. D. Abrams, and W. A. Many. 1997. *Microcomputers For Twenty-First Century Education*. 4th. Ed. New York: Longman.
- Sharma, C. Mahesh. 1992. Mathematics Learning Personality. *Conceptual And international Perspectives In Mathematics Learning*. 7(1 & 2). 48 – 57.
- Tall, D. (ed). 1991. *The Psychology of Advanced Mathematical Thinking*. dlm. Tall, D. *Advanced Mathematical Thinking*. London: Kluwer Academic Publisher. 3 – 21.
- Tan, Wee Chuen. 2000. *Pembangunan Prototaip Perisian VATrans Berasaskan Pendekatan Penggabungan Pemikiran Visualisasi Dan Analisis*. Universiti Teknologi Malaysia: Thesis Ijazah Sarjana. Tidak Diterbitkan.
- Wallace, W. 1995. *Visual Basics 4 for Windows For Dummies*. Chicago: IDG Books Worldwide, Inc.
- Vinner, S. 1983. Concept Definition, Concept Image And The Notion of Function. *International Journal of Mathematical Education In Science And Technology*. 14. 239 – 305.
- Zaleha Ismail. 1997. "Pembinaan Kefahaman Ke Atas Persamaan Pembeza Dalam Suasana Pembelajaran Berkomputer." Universiti Teknologi Malaysia: Thesis Ijazah Doktor Falsafah. Tidak Diterbitkan.
- Zazkis, R., E. Dubinsky, and J. Dautermann. 1996. Coordinating Visual And Analytical Strategies: A Study Of Students' Understanding Of The Group D4. *Journal of Research for Mathematics Education*. 27(4). 433 – 457.
- Zimmermann, W. 1991. Visual Thinking In Calculus. Dlm. Zimmermann, W., and S. Cunningham. *Visualization In Teaching And Learning Mathematics*. MAA Note (19). 127 – 137.
- Zimmermann, W., and S. Cunningham. (Eds). 1991. *Visualization In Teaching And Learning Mathematics*. MAA Note (19). 1 – 8.