

INOVASI CAI DALAM PEMBELAJARAN SAINS: *CREATIVE THINKING* DENGAN MENGGUNAKAN *E-BRAINSTROMING*

Asri Widowati, M.Pd.
FMIPA, UNY
momo_chantik@yahoo.co.id

Abstrak

Kajian ini bertujuan menggali bagaimana lingkungan pembelajaran lebih menarik dengan memberikan contoh aplikasi mudah *brainstorming* sebagai salah satu inovasi CAI: *creative thinking* melalui *electronic brainstorming*. Pada dasarnya, diskusi ini difokuskan pada *electronic brainstorming* sebagai suatu sarana CAI dalam mengembangkan kemampuan kognitif, terutama berpikir kreatif.

Implikasi *brainstorming* terhadap kemampuan berpikir dan sikap berpikir peserta didik telah teruji. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam *brainstorming*, yang selanjutnya disebut *e-brainstroming* dapat berkontribusi dalam pengembangan berpikir kreatif melalui pemberdayaan CAI dengan adanya teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan. Kajian ini juga menjelaskan aplikasi dari *e-brainstroming* dan menjelaskan bagaimana kontribusinya terhadap kemampuan berpikir, khususnya berpikir kreatif.

Kata kunci: CAI, pembelajaran sains, *e-brainstroming*, *creative thinking*.

PENDAHULUAN

Pembangunan peradaban manusia pada zaman ini diwarnai dengan teknologi informasi dan komunikasi. Perkembangan pesat dalam bidang teknologi informasi dan komunikasi dapat dilihat dari berbagai bentuk alat dan sistem yang digunakan untuk memperoleh, memproses, mengurus, memanipulasi, memindah, menyimpan, dan menyebarkan informasi. Teknologi informasi dan komunikasi digunakan hampir di semua aspek kehidupan dan pengaruhnya akan membawa dampak yang lebih besar terhadap dunia di masa depan.

Teknologi dapat mendukung pembelajaran sains dalam hal penyediaan sumber informasi, pengorganisasian data, ataupun alat komunikasi. Keunggulan dan kemahiran komputer sudah meningkat secara signifikan dengan adanya perkembangan sistem multimedia dan kemampuan telekomunikasi. Hal tersebut memberikan konsekuensi logis kepada kinerja guru, sebagaimana dikemukakan Chiappetta & Koballa (2010) "*Computer and other electronic technologies are changing the work of science teachers as much as they are changing the work of scientist*".

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menuntut kompetensi berpikir tinggi, termasuk *creative thinking* untuk dikembangkan dalam pembelajaran sains. Tentunya untuk merancang dan melaksanakan pembelajaran inovatif yang berorientasi pada pengembangan HOT, termasuk *creative thinking* tentunya tidaklah semudah membayangkannya (Sudiarta, 2006). Untuk pencapaian hasil belajar yang optimal diperlukan suatu alat pendidikan ataupun media pembelajaran. Penerapan media pembelajaran harus dapat melatih cara-cara memperoleh informasi baru, menyeleksi dan kemudian mengolahnya, sehingga terdapat jawaban terhadap suatu permasalahan. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran adalah *Computer Assisted Instruction (CAI)*, yang memanfaatkan komputer sebagai medianya.

Komputer merupakan alat yang bisa dimanfaatkan sebagai media utama dalam pembelajaran karena berbagai macam kemampuan yang dimilikinya, diantaranya memiliki respon yang cepat secara virtual (tampilan) terhadap masukan yang diberikan peserta didik (*user*), mempunyai kapasitas untuk menyimpan dan memanipulasi informasi, serta dapat digunakan secara

luas sebagai alat dalam kegiatan pembelajaran.

CAI dapat memberikan beberapa manfaat yang potensial bagi kegiatan pembelajaran, termasuk pembelajaran mandiri, *self-directed learning*, pelatihan bermacam-macam indra dan kemampuan menyajikan isi dari berbagai macam media. Salah satu bentuk pembelajaran yang digunakan melatih kemampuan menyajikan isi (*content*) adalah pembelajaran dengan metode *brainstorming*.

Brainstorming merupakan salah satu teknik yang dikenal dapat mengasah berpikir kreatif (Isaksen, 1998; Liikkanen et.al, 2011), dan sudah terbukti secara empirik bahwa brainstorming dalam memfasilitasi terjadinya gagasan ide. Sebagaimana kita ketahui bahwa kreativitas dan pengajaran kreatif saat ini tengah diunggulkan. Perubahan ilmu pengetahuan, teknologi, dan masyarakat yang semakin pesat menuntut perubahan cara dan strategi dalam membelajarkan peserta didik tentang sesuatu yang harus mereka ketahui untuk masa depan mereka, sehingga perlu adanya pembelajaran yang mampu membelajarkan peserta didik untuk menemukan fakta dan informasi, mengolah dan mengembangkannya agar menjadi sesuatu yang berharga dan bermanfaat bagi dirinya. Pembelajaran yang diperlukan adalah pembelajaran yang tidak hanya mengulang kembali ide-ide, tetapi pembelajaran yang mampu mengeksplorasi ide-ide peserta didik. Hal ini dimaksudkan agar mereka mampu berkeaktifan dan siap menghadapi masalah-masalah masa depan. Selain itu, penggabungan ide-ide kreatif merupakan suatu tuntutan yang membudaya, penting dalam dunia bisnis, sains, dan kemajuan masyarakat.

Pada awalnya, brainstorming hanya dilakukan dengan cara *face to face*, yang masih dibatasi ruang dan waktu. Namun kini, seiring berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi maka brainstorming dapat dilakukan secara elektronik atau dikenal dengan sebutan *electronic brainstorming*, yang selanjutnya kami sebut sebagai *e-brainstorming*. *E-brainstorming* memungkinkan bekerja secara kolaboratif dengan mengabaikan waktu dan batasan geografis. Berdasarkan riset menunjukkan bahwa *e-brainstorming* lebih unggul dibandingkan cara *face-to-face*, tetapi *e-brainstorming* masih jarang digunakan. Hal ini dikarenakan kekurangan pengetahuan tentang software yang mendukung *e-brainstorming*. Mengingat pentingnya teknik brainstorming dan pengintegrasian penggunaan teknologi komputer dalam pembelajaran, khususnya pembelajaran sains maka perlu dibahas tentang bagaimana penerapan *e-brainstorming* dan implikasinya terhadap berpikir kreatif.

PEMBAHASAN

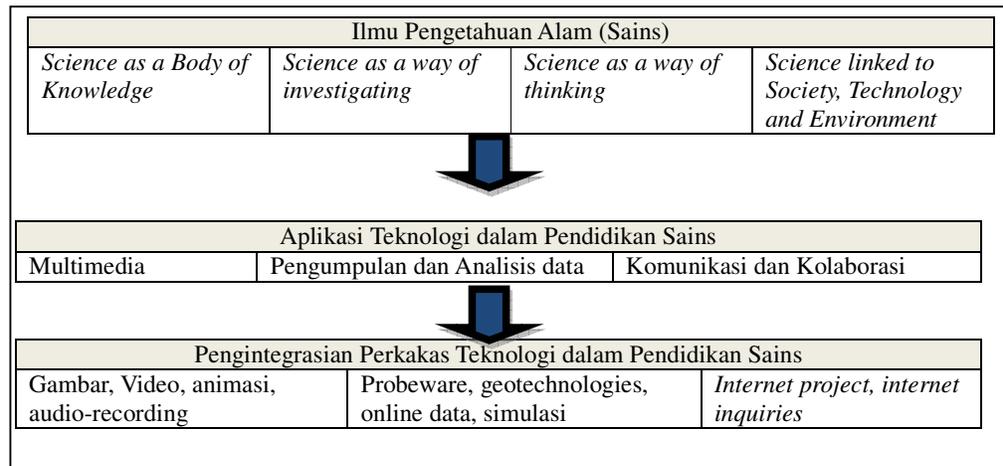
1. CAI

Pembelajaran berbantuan komputer sering disebut sebagai *Computer Assisted Instructional* (CAI). Banyak ahli yang telah mendefinisikan mengenai CAI ini. Azhar Arsyad (2003: 35) mengemukakan bahwa *Computer Assisted Instructional* (CAI) merupakan suatu sistem penyampaian materi yang berbasis mikroprosesor yang pelajarannya dirancang dan diprogram ke dalam sistem tersebut. Beberapa keuntungan penggunaan CAI diantaranya penekanan pembelajaran aktif, memperkaya pembelajaran kolaboratif, mendukung kemandirian peserta didik, dan *task-based teaching* (Worthington et al., 1996; Spinelli, 2001; Prvan et al., 2002 dalam Basturk, 2005).

CAI menyediakan interaksi pembelajaran antara peserta didik (pembelajar) dan komputer dengan berbagai macam *contents* dengan ataupun tanpa bantuan (Lockard, Abrams, & Many, 1997 dalam Konukman, 2003). CAI memanfaatkan komputer untuk memfasilitasi dan meningkatkan kualitas belajar peserta didik. Peserta didik berinteraksi dengan komputer menggunakan langkah mereka sendiri dan peran menjadi fasilitator atau pelatih. CAI mengarahkan perhatian peserta didik ke bagian yang berbeda dalam suatu urutan program pembelajaran tanpa bantuan seorang pendidik secara langsung.

Pengintegrasian CAI perlu memperhatikan framework pengintegrasian teknologi dalam

pembelajaran sains. Bull & Bell (Chiappetta & Koballa, 2010: 258) mengemukakan framework pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran sains yakni dengan mengkaitkan mata rantai dari teknologi beserta aplikasi-aplikasinya untuk mendukung pembelajaran sains, dan memungkinkan siswa untuk dapat memahami sains secara alamiah. Adapun framework tersebut dapat digambarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Framework Pengintegrasian Teknologi dalam Pembelajaran Sains (Chiappetta & Koballa, 2010: 258)

CAI terdapat berbagai keperluan pembelajaran khusus antara lain *drill* dan *practice*, tutorial, permainan, simulasi, *discovery/inquiry*, dan pemecahan masalah. Masing-masing mempunyai aturan yang berbeda-beda dalam pengoperasiannya. Untuk mengoperasikan komputer digunakan suatu program. Syams (2008) program adalah suatu kumpulan perintah untuk komputer agar dapat dijalankan. Program seringkali disebut juga dengan software.

Sebuah software instruksional, didalamnya terkandung dua aspek utama, yaitu materi subjek dan aspek pedagogi yang dibawahnya menurut tuntutan keterampilan dari materi yang disajikan. Secara teknis implementasinya dalam pembelajaran sesuai dengan teori belajar. Dasar pengembangan program instruksional dengan dua dasar konsep yang melandasi pengembangannya yaitu materi dan aspek pedagogi. Pengembangan program pembelajaran, selain didasarkan pada dua aspek materi dan aspek pedagogi sebagaimana dikemukakan, juga menuntut aspek pengembangan yang lain, terutama dari segi psikologi interaktif dan teknologi pengembangan software. CAI dapat diterapkan melalui pengembangan software pembelajaran. Dari sisi teknologi, pengembangan software juga menuntut dilibatkannya bahasa pemrograman tertentu, yang masing-masing bahasa mempunyai ketentuan sendiri dalam penggunaannya.

2. Pembelajaran Sains

The National Academy of Sciences (1999: 1) mendefinisikan “*Science is a particular way of knowing about the world. In science, explanation are limited to those based on observations and experiments that can be substantiated by other scientists*”. Pembelajaran sains idealnya berlangsung sesuai dengan hakikatnya. Sherman & Sherman (2004: 5) mengemukakan “*Science is a way of looking at the world and seeking explanations so that we can understand how the world operates.it is also a way of solving problems and using the solutions to those problems to explain why things happen as they do*”. Sains merupakan cara untuk melihat dunia dan menemukan penjelasan-penjelasan sehingga kita dapat memahami bagaimana dunia beroperasi. Dan juga merupakan cara untuk mengatasi masalah dan menggunakan solusi terhadap masalah tersebut untuk menjelaskan bagaimana sesuatu hal terjadi seperti yang mereka lakukan. Dari pengertian tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa produk sains dapat kita peroleh dari

proses yang kita alami.

3. *Creative Thinking*

Tantangan masa depan menuntut pembelajaran harusnya lebih mengembangkan keterampilan berpikir kreatif yang termasuk *high order of thinking*. *Higher order thinking* atau yang disingkat "HOT" merupakan salah satu komponen dalam isu kecerdasan abad ke-21 (*The issue of 21st century literacy*). Gordon (Carin & Sund, 1975: 314) bahwa aspek emosi, afektif, dan *irrational*, yang merupakan komponen-komponen kreativitas pada dasarnya lebih penting daripada aspek intelektual dan rasional. Untuk memupuk kreativitas peserta didik dalam pembelajaran sains, terutama menyangkut kemampuan cara berpikir peserta didik, maka perlu suatu metode pembelajaran yang mendorong peserta didik menjadi pemikir yang baik, yang mampu memberikan banyak alternatif jawaban terhadap suatu permasalahan.

Boden (1998) mendefinisikan kreativitas sebagai berikut.

Creativity is a fundamental feature of human intelligence in general. It is grounded in everyday capacities such as the association of ideas, reminding, perception, analogical thinking, searching a structured problem-space, and reflecting self-criticism. It involves not only a cognitive dimension (the generation of new ideas) but also motivation and emotion, and is closely linked to cultural context and personality factors.

Kreativitas merupakan suatu ciri fundamental dalam intelegensia manusia secara umum. Hal tersebut didasarkan pada kemampuan dalam kehidupan sehari-hari dalam mengasosiasikan ide-ide, mengingat, berpersepsi, berpikir analogi, mencari celah (solusi) dalam permasalahan, dan mencerminkan *self-criticism*. Hal tersebut tidak hanya suatu dimensi kognitif (pemunculan ide-ide baru) tetapi juga menyangkut motivasi dan emosi, dan berhubungan erat dengan konteks kultural dan faktor personal.

Kreativitas muncul sebagai wujud dari berpikir kreatif. Torrance (Carin & Sund, 1975: 302) mendefinisikan "*Creative thinking as the process of sensing gaps or disturbing missing elements; forming ideas or hypotheses; and communicating the results, possibly modifying and retesting the hypotheses*". Berpikir kreatif juga dapat didefinisikan sebagai proses yang digunakan untuk menimbulkan ide atau gagasan-gagasan baru. Gagasan baru dapat berasal dari penggabungan (elaborasi) gagasan-gagasan lama ataupun gagasan yang memang baru muncul. Hal tersebut dapat terjadi dengan menggabungkan ide-ide orang lain untuk menstimulus munculnya ide baru.

Creative thinking dapat berkembang pesat dengan menggunakan *brainstorming* merupakan alternatif yang tepat karena metode tersebut berorientasi pada kemampuan peserta didik untuk mengemukakan ide sebanyak mungkin dalam pemecahan suatu persoalan. Dengan kata lain, *brainstorming* adalah salah satu upaya untuk mengembangkan kemampuan peserta didik berpikir kreatif.

Brainstorming merupakan alternatif upaya pengembangan kemampuan berpikir kreatif. *Brainstorming* merupakan cara cerdas untuk menggeneralisasikan ide-ide baru ataupun ide-ide yang kreatif. Dalam *brainstorming* seseorang dapat mengkombinasikan ide-ide sendiri dengan ide orang lain untuk memunculkan ide baru atau pun menggunakan ide orang lain untuk merangsang munculnya ide.

4. *Electronic Brainstorming (E-brainstorming)*

Brainstorming dalam hal ini didefinisikan sebagai proses penggagasan, pen-*sharing*-an, dan penggabungan ide-ide ataupun solusi dari suatu permasalahan. Dengan adanya perkembangan pesat pada jaringan mikrokomputer pada tahun 1980-an, *e-brainstorming* mulai dikenal. Adanya *e-brainstorming* maka terjadi pergeseran komunikasi *face-to-face* menjadi *computer-mediated communication*. Javadi, Gebauer & Mahoney (2011) mendefinisikan *e-*

brainstroming adalah “an ideal locus for supporting idea integration since electronic media has become a prevalent platform for communication among individuals within and across organizations”. Adapun penggunaan komputer saat *brainstorming* (Asri, 2009) dalam kegiatan seperti: (1) perekaman dan membagi-bagikan urutan gagasan dan kesimpulan akhir; (2) membiarkan kontribusi gagasan bersama (oleh/dengan) orang yang berbeda ke dalam komputer mereka sendiri, dan (3) di masa datang perangkat lunak pengenalan suara akan memungkinkan keseluruhan urutan peristiwa *brainstorming* untuk direkam.

E-brainstroming dapat menciptakan produktivitas ide, menawarkan kebermanfaatannya dalam mengatasi keterbatasan ditinjau dari kuantitas dan kualitas ide saat pengungkapan ide secara individual selama proses. *E-brainstroming* berdampak langsung terhadap produktivitas karena luas bidang produktivitas ide yang lebih luas dengan mempertimbangkan masukan secara paralel, menggabungkan dengan penghamburan ide-ide secara spontan kepada anggota-anggota kelompok, dan mengembangkan efek sinergisitas ketika *sharing* ide. *E-brainstroming* juga memungkinkan terjadinya pengintegrasian ide dalam kelompok diaktifkan dengan adanya heterogenitas, keanekaragaman, dan kekhasan masing-masing individu adalah penting untuk menciptakan kemampuan *knowledge-based* dari suatu organisasi. *E-brainstroming* dapat juga digunakan untuk memelihara keanggotaan kelompok dalam keadaan tanpa nama sampai taraf tertentu, dengan mempertunjukkan gagasan semua orang pada medium yang sama. Hal tersebut dapat mengurangi konsekuensi negatif saat evaluasi.

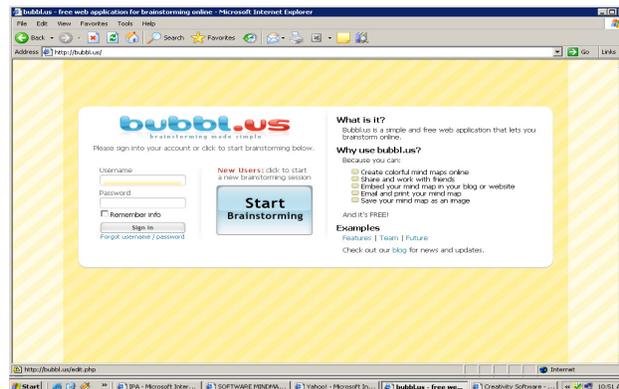
E-brainstroming dapat dibandingkan dengan *face to face brainstorming* pada aspek:

- (a) Produktivitas ide-ide.
Face to face brainstorming memungkinkan seseorang membutuhkan waktu menunggu giliran untuk mengeluarkan idenya. Hal inilah yang merupakan penghalang produktivitas ide yang utama dalam *face to face brainstorming*.
- (b) Pemaknaan saat evaluasi
Pada saat *face-to face brainstorming* bolehjadi seseorang tidak mengeluarkan pendapat atau ide dikarenakan diri merasa dinilai negatif oleh temannya.
- (c) Ketergantungan pribadi terhadap kelompok, baik dalam *e-brainstorming* maupun *face to face* akan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya *group size*.
- (d) Kecepatan komunikasi dalam *e-brainstorming* mengalami sedikit pengaruh dikarenakan adanya perbedaan kecepatan antara menulis (dalam *e-brainstorming*) dan berbicara (*face to face brainstorming*/verbal *brainstorming*) yang berbeda.

Walaupun penelitian *e-brainstorming* sudah mengungkapkan bukti kuat bahwa variasi *brainstorming* tersebut dapat lebih unggul dari *brainstorming face-to-face*, tidak lantas semua pihak dapat menerima hal tersebut. Jonas & Linneweh (Song & Keller, 2001) mengkritik bahwa perkakas untuk *e-brainstorming* masih tidak dikembangkan secara detail, tetapi semata-mata berorientasi pada teknologi. Hal ini mengindikasikan bahwa tantangan utama *e-brainstorming* yakni dalam hal pembangunan interaksi teknologi informasi dengan ilmu sosial. Connolly mengemukakan berbagai aspek yang membuat interaksi tersebut sulit dilakukan dalam *e-brainstorming*, diantaranya: (a) batasan waktu yang berbeda, dalam hal ini menyangkut perkembangan teknologi yang pesat dan penciptaan alat *e-brainstorming* dapat direalisasikan dalam bulan, sedangkan waktu untuk meringkaskan penelitiannya dapat lebih dari satu tahun; (b) Permintaan untuk metodologi penelitian yang khusus, yang mana metodologi penelitian yang tradisional masih terlalu lama dan mahal untuk memandu perkembangan teknologi.

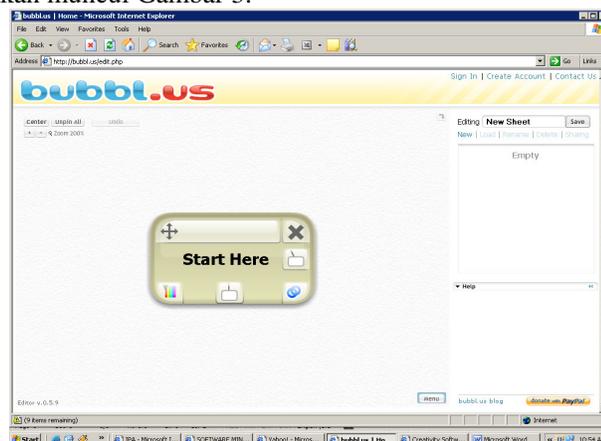
Adapun langkah untuk memulai latihan melakukan *e-brainstroming* dengan *free* software *brainstorming* (contohnya *bubbl.us*) sebagaimana berikut ini

- a. Buka page home *bubbl.us* melalui website <http://bubbl.us>, maka akan muncul Gambar 2.



Gambar 2. Page Utama bubbl.us

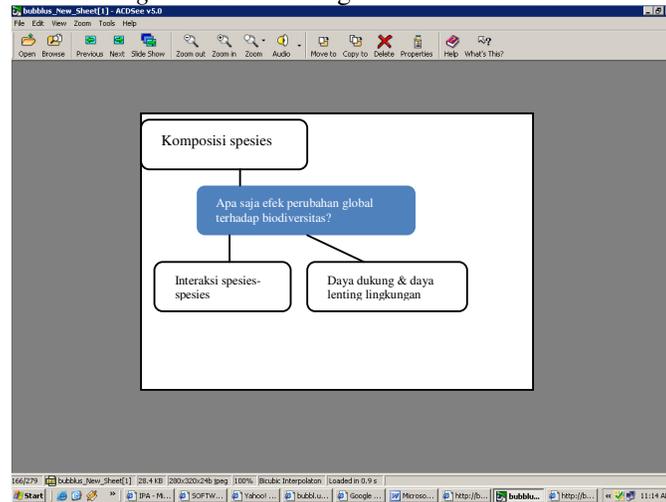
- b. Isi kolom *user name*, *password* kemudian *sign in* (jika bukan pengguna baru) atau dapat diabaikan dengan langsung klik *Start Brainstorming* bagi pengguna jika ingin tanpa nama (anonim), maka akan muncul Gambar 3.



Gambar 3. Halaman Awal untuk Latihan *Brainstorming*

- c. Langkah selanjutnya untuk melatih *creative thinking* melalui software terdapat beberapa tahap yang berbeda. Pada tahap awal dimulai dengan menggambar suatu gambar pusat (*central image*) untuk menggambarkan topik utama yang dapat berupa pertanyaan atau permasalahan yang aktual, misalnya “Apa saja efek perubahan global terhadap biodiversitas?”. Kita pastikan bahwa teks berada di tengah halaman (*page*). Selain itu, kita mencoba untuk fokus pada topik utama dan mencatat ide-ide yang muncul dari pikiran kita. Kita *brainstorming* ide-ide yang muncul dan mengidentifikasinya ke dalam *page*. Kita tidak perlu banyak menulis teks, sebaiknya menggunakan grafik atau gambar-gambar. Kita tuliskan semua ide walaupun terkadang “aneh” (beda dengan pada umumnya).
- d. Hasil *brainstorming* pribadi dapat disimpan dan atau di-*send* via email kepada teman, sehingga kita dapat *sharing*, elaborasi ide-ide dengan teman dalam dua arah atau lebih (tergantung jumlah teman yang diajak *sharing*).
- e. Setelah itu, kita perlu mengistirahatkan otak sejenak. Kita cermati ide-ide yang telah digeneralisasikan. Kita cermati bentuk-bentuk asosiasi yang baru dari ide-ide dasar awal.
- f. Untuk hasil tampilan dapat divariasikan dalam bentuk asli (*original*) ataupun tampilan gambar (JPG,Gif,dsb.), dengan cara memberikan perintah ekspor hasil *e-brainstorming*

yang kita buat dengan cara meng-klik tombol *menu*, klik *export*. Contoh tampilan hasil eksport *e-brainstorming* ke ACDsee sebagaimana Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil Eksport *Brainstorming* dari Software *bubbl.us* ke ACDsee

Adapun keuntungan menggunakan software *brainstorming* sebagai penyedia fasilitas *e-brainstorming* diantaranya sebagai berikut.

- Kita menyusun informasi lebih luas dan lebih berlipat ganda "pohon" topiknya melalui software *brainstorming* (*e-brainstorming*). Kita dapat menggunakannya untuk berkreasi model-model pengetahuan yang rumit, yang tidak memungkinkan jika dituliskan pada kertas.
- Software *brainstorming* memungkinkan kita untuk menyimpan dokumen-dokumen, link-link, catatan-catatan, dan data-data lain yang terstrukturisasi dalam peta, mentransformasikannya dalam suatu database visual yang mengagumkan.
- Software *brainstorming* memungkinkan kita untuk menyusun ulang topik-topik dalam arsip kita hingga merepresentasikan ide-ide kita dengan baik. Sebaliknya, jika arsip manual maka kita memerlukan banyak penghapus.
- Software *brainstorming* dapat sebagai alat pengelola yang sangat mengagumkan. Hal ini karena kita dapat melakukan update terhadap isinya sesuai dengan kebutuhan supaya menjadi lebih *powerful* untuk mengelola tugas-tugas dan membukukan kemajuan-kemajuan dari hal-hal yang mendasar. Dalam tugas yang kompleks, kita juga dapat membuat suatu cabang atau sub-map yang menghimpun pelajaran yang sudah dipelajari anggota team, yang akan membantu mempersingkat tugas-tugas selanjutnya.
- Software *brainstorming* memungkinkan kita mengekspor ide-ide kita ke tipe-tipe software yang lainnya, seperti *word processors* ataupun software *presentation and project management*.
- Software *brainstorming* dapat membuka kesempatan bagi kita untuk mengkolaborasikan ide-ide kita dengan milik teman yang lain dengan cara via email.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *e-brainstorming* merupakan teknik pembelajaran digital yang *powerful*. *E-brainstorming* merupakan suatu bentuk inovasi CAI yang dapat mengembangkan kemampuan *creative thinking* peserta didik. *E-brainstorming* didukung dengan adanya software *brainstorming* yang dapat menghasilkan berbagai bentuk desain *page* atau *content area* dengan berbagai variasi perintah format.

Dalam pelaksanaan *e-brainstorming* perlu memperhatikan banyaknya anggota dalam satu

kelompok. Group size merupakan suatu moderator penting dalam pembangkitan ide-ide karena keseimbangan antara perolehan dan hambatan proses dalam brainstorming tergantung pada group size. Selain itu, untuk *e-brainstorming* via email perlu ada seorang fasilitator untuk teknik ini. Ketika masalah diungkapkan dan dikirimkan kepada "kelompok" via email. Hal tersebut mengizinkan peserta untuk menyumbang ide-ide dengan bebas dengan pengiriman email kembali ke fasilitator, selanjutnya fasilitator yang mengirimkan hasil ke luar kelompok untuk dikumpulkan, dalam hal ini guru.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri W. 2009. Brainstorming sebagai alternatif berpikir kreatif. *Prosiding Semnas Biologi*. Yogyakarta: Pendidikan Biologi, FMIPA, UNY
- Azhar Arsyad. 2003. *Media pengajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Basturk, R. 2005. The Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Teaching Introductory Statistics [versi elektronik]. *Journal of Educational Technology & Society*, 8 (2), 170-178.
- Carin, Arthur A., & Robert B. Sund. 1975. *Teaching science through discovery*. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company, Abell & Howell Company.
- Chiapetta, E.L. dan Thomas R. Koballa. 2010. *Science instruction in the middle and secondary school*. Boston: Allyn & Bacon.
- Javadi, Gebauer & Mahoney .2011. The Impact of User Interface Design on Idea Integration in Electronic Brainstorming: An Attention-Based View. Diambil pada tanggal 20 September 2012, dari http://www.business.illinois.edu/Working_Papers/papers/11-0102.pdf
- Konukman, F. 2003. The Effects of Multimedia Computer Assisted Instruction (CAI) on Teaching Tennis in Physical Education Teacher Education. *Dissertation*. Virginia: Faculty of Virginia Polytechnic Institute.
- Sherman, Sharon J. & Robert S. Sherman. 2004. *Science and science teaching*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Sudiarta, P. 2006. Pengembangan model pembelajaran berorientasi pemecahan masalah *open-ended* berbantuan LKM untuk meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar mahasiswa dididik matakuliah pengantar dasar Matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSHA 39 Nomor 2, April 2006*. Singaraja: UNDIKSHA.
- National Academy of Sciences. 1999. *Science and creationism: A view from the national academy of sciences*. Washington, DC: National Academy Press.