

---

## TOP.AR - TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN BENTUK TOPOGRAFI 3 DIMENSI PERMUKAAN BUMI

Agung Budi Cahyono<sup>1</sup>, Udiana Wahyu Deviantari<sup>2</sup>, Danu Supradita<sup>3</sup>

Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

e-mail: agungbc@geodesy.its.ac.id , dianada87@gmail.com, danusupradit@gmail.com

### Abstrak

*Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi visualisasi yang saat ini sedang marak dikembangkan dalam bidang game, hiburan maupun teknologi. Dalam bidang pendidikan, teknologi augmented reality masih belum terlalu banyak penggunaannya. Di bidang kebumiharian kemampuan berfikir spasial - menggambarkan bentuk, posisi, dan orientasi objek - membuat dan membaca peta serta memvisualisasikan proses hubungan antara representasi 2D dan objek 3D dalam tiga dimensi adalah penting untuk memahami proses seperti fenomena yang terjadi di bumi seperti elevation model dan garis kontur. Para peneliti telah menggunakan berbagai model - model fisik, virtual, dan augmented reality (AR) dalam upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir spasial. Sistem dan algoritma perangkat ini telah dibuat dan dikembangkan tahun 2014 oleh tim UC Davis dalam pameran *Advancing Earth Science Education, American Geophysical Union* (Reed et al., 2014). Sistem yang bersifat open-source ini selanjutnya banyak diterapkan dan digunakan di banyak negara terbukti menjadi media pembelajaran yang menarik. Dengan alat ini diharapkan para pendidik/guru/dosen/peneliti dapat memberikan metode pembelajaran yang menarik dan interaktif kepada pelajar/mahasiswa di laboratorium maupun di kelas. Sedangkan bagi masyarakat luas dapat dipamerkan pada exhibition/museum. Diharapkan dengan sistem ini akan lebih memahami ilmu bumi yang dalam implikasinya dapat disertakan dalam visualisasi pengelolaan ekosistem atau lanskap misalnya serta proses sains bumi dengan visualisasi tiga dimensi dari bentuk garis kontur, sungai, danau, lembah serta pegunungan..

Penelitian ini menghasilkan seperangkat alat dengan material lokal dan dinamai Topography Augmented Reality (Top.AR). Topography Augmented Reality (Top.AR) adalah sebuah sistem yang terdiri dari komputer, sensor, projector dan media pasir yang memungkinkan pengguna secara visual dapat membuat topographic surface model secara real time. Sistem ini akan memperlihatkan degradasi warna karena perbedaan ketinggian, bentuk dan kerapatan garis kontur serta simulasi gerakan air di permukaan bumi. Dengan sistem ini mahasiswa khususnya di bidang kebumiharian akan belajar konsep *elevation surface model* seperti dalam teori di bidang geodesi/geomatika, geografi, lanskap/tata ruang, geologi/mining atau hidrologi. Produk ini ideal untuk digunakan sebagai alat pembelajaran/pameran/peraga langsung di kelas, pameran teknologi maupun museum dalam rangka proses pembelajaran tentang ilmu kebumiharian.

Kata kunci : *Augmented Reality, Surface Model, 3 D modeling*

### PENDAHULUAN

*Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi visualisasi yang saat ini banyak dikembangkan dalam bidang game, hiburan, maupun teknologi. Dalam bidang pendidikan, teknologi augmented reality masih belum terlalu banyak penggunaannya. Saat ini masih belum banyak alat peraga yang dapat menggambarkan secara real bagaimana bentuk dan pola permukaan bumi. Setidaknya yang ada saat ini dengan animasi video maupun gambar dalam bentuk 2D. Kemampuan berfikir spasial - seperti menggambarkan bentuk, posisi, dan orientasi objek; membuat dan membaca peta; dan memvisualisasikan proses dalam tiga dimensi - sangat penting untuk memahami proses kompleks yang terjadi di Bumi (Wood, 2015). Meskipun penting, mahasiswa sering mengalami

kesulitan dalam berpikir spasial dan menghadapi tantangan seperti skala pemahaman, simbolologi, dan bagaimana menghubungkan representasi dua dimensi (2D) dengan rekan tiga dimensi (3D) mereka (Chang et al., 1985; Ishikawa dan Kastens, 2005; Liben dan Titus, 2012 dalam Tery, 2016). Pendidik telah menggunakan berbagai model - model fisik, virtual, dan *augmented reality* (AR) - dalam upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir spasial. Model fisik seperti peta relief dan sandbox telah terbukti meningkatkan pemahaman peta topografi, membantu mahasiswa memahami hubungan antara representasi 2D dan objek 3D, dan meningkatkan keterlibatan mahasiswa (Lord, 1985; Feldman et al., 2010; Kuehn 2012; Atit et al., 2015 dalam Reed, 2016).

Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk merancang sebuah aplikasi pembelajaran menggabungkan aplikasi visualisasi 3D dengan model kotak pasir (*sandbox*) untuk mengajarkan konsep ilmu bumi. Kotak pasir *augmented reality* (AR) memungkinkan pengguna untuk membuat model topografi dengan membentuk pasir nyata, yang kemudian ditambah secara real time oleh peta warna elevasi, garis kontur topografi, dan air simulasi. Sistem ini mengajarkan konsep geografis, geologi, dan hidrologi seperti bagaimana membaca peta topografi, arti garis kontur, daerah aliran sungai, daerah tangkapan air, tanggul, dll. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem *real augmented real-time* yang terintegrasi untuk menciptakan model topografi secara fisik yang kemudian dipindai ke komputer secara real time, dan digunakan sebagai latar belakang untuk berbagai efek dan simulasi grafis. Produk ini akan dapat secara mandiri dan ideal untuk digunakan sebagai alat pembelajaran/pameran/peraga langsung di kelas, pameran teknologi maupun dalam proses pembelajaran tentang ilmu kebumihian.

## METODE

### A. Tahapan Penelitian

Tahap Persiapan. Pada tahap ini dilakukan kajian teori dan implementasi teknologi AR pada beberapa literature yang ada. Menetapkan studi kasus sebagai pembelajaran rupa bumi dan merencanakan peralatannya. Selanjutnya tahap Perencanaan. Pada tahapan ini adalah mendesain dimensi media dan instrument. Di tahap ini dilakukan pengukuran dimensi media disesuaikan dengan ruang kelas/lab. Serta dilakukan survei peralatan dan spesifikasi yang tersedia di pasar. Selanjutnya adalah tahap Instalasi. Tahap ini melakukan instalasi instrument mulai dari komputer dan setingnya terdiri dari pengerjaan instalasi OS LINUX MINT versi MATE serta dilanjutkan instalasi Video Graphic dan Kinect. Kemudian tahap berikutnya adalah Kalibrasi. Tahapan ini dilakukan dengan seting LCD Projector dan tahap kalibrasi sensor. Selanjutnya dianalisis apakah model telah terbentuk dengan benar. Jika model belum terbentuk dilakukan seting ulang dan kalibrasi kembali. Dan yang terakhir adalah tahap Uji-Coba dan Pelaporan. Jika model telah terbentuk maka dilakukan uji-coba terhadap bentuk terrain topografi dari tinggi/pegunungan

hingga rendah/lembah hingga pemodelan bentuk badan air/danau/sungai. Selanjutnya dilakukan pembuatan modul pembelajaran topografi dan pelaporan.

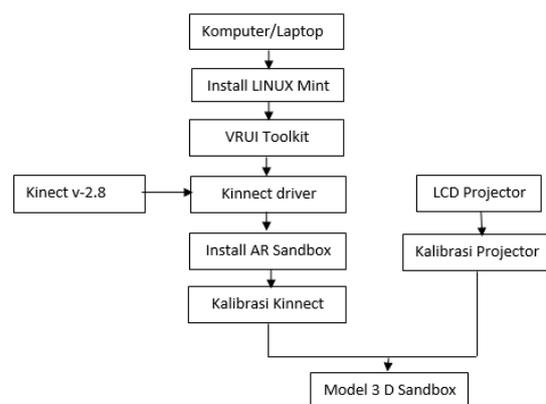
### B. Data dan Peralatan

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hardware
  - a. Personal komputer/laptop
  - b. Motion Camera 360<sup>0</sup>
  - c. Projector LCD
  - d. Kotak kayu dan Frame Aluminium
  - e. Pasir pantai putih halus
2. Aplikasi pendukung
  - a. OS Windows 10 dan Microsoft office 365
  - b. OS Linux Mint, C++, and OpenGL 3D
  - c. Software VRUI
  - d. Software ARSandbox 2.3

### C. Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut adalah penjelasan diagram alir tahap pengolahan data :

1. Persiapan komputer/laptop dengan spesifikasi Core-I5 dan RAM 4 serta kartu grafis Nvidia Geforce seri GTX.
2. Instalasi Linux Mint versi MATE.
3. Setelah itu dilakukan instalasi Vrui VR toolkit. Vrui adalah toolkit pengembangan perangkat lunak C ++ yang sangat interaktif aplikasi virtual reality, dengan fokus pada portabilitas antara jauh lingkungan virtual reality yang berbeda, dari laptop atau komputer desktop.

4. Lakukan input pada computer Kinect sensor. Selanjutnya lakukan instalasi driver Kinect.
5. Selanjutnya instalasi aplikasi SARndbox. Sandbox Augmented Reality adalah aplikasi realitas yang ditambah memindai permukaan pasir menggunakan kamera Kinect 3D, dan memproyeksikan real-peta topografi waktu diperbarui dengan garis kontur topografi, hillshading, dan simulasi aliran air real-time opsional kembali ke pasir permukaan menggunakan proyektor yang dikalibrasi. Paket Sandbox Augmented Reality berisi aplikasi sandbox itu sendiri, SARndbox, dan utilitas kalibrasi untuk mengukur secara interaktif transformasi antara kamera Kinect yang memindai permukaan sandbox, dan proyektor memproyeksikannya ke atasnya.
6. Menginstal semua peralatan pada frame sandbox yang telah dibuat dan terakhir meletakkan pasir kinetic pada boks tempatnya.
7. Langkah terakhir adalah kalibrasi Kinect dan kalibrasi projectornya. Jika berhasil maka akan didapatkan output berupa penampakan 3 dimensi pada kotak pasir/sandbox.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Unit Alat

Dalam penelitian ini telah dibuat seperangkat alat yang terdiri dari kotak pasir, tiang penyangga dan kaki kotak. Kotak kayu dibuat dengan bahan kayu kamper Kalimantan dibuat dengan dimensi 90 cm x 120 cm x 25 cm. Adapun tiang penyangga dibuat dari aluminium profile dengan dimensi 4x4 cm dan 2x4 cm setinggi 2 meter. Untuk kaki kotak pasir dibuat dengan kayu kamfer juga dengan dditambahi roda penggerak disetiap kakinya agar mudah saat alat ini dipindahkan.

Gambar berikut memperlihatkan kenampakan

dari frame alat ini.



Gambar 2. Unit Frame Kotak Pasir dan Penyangga

### B. Unit Sistem

Peralatan	Nama/Spesifikasi
	<b>Sensor</b> : Kinect Xbox 360 Motion Detecting Camera
	<b>Projector</b> : Short Throw, HDMI MHL 3200 Lumens
	<b>I &amp; O</b> : Mouse & Keyboard Wireless
	<b>Computer</b> : AMD Dual Core, Nvidia GeForce 1030 2Gb, RAM 4Gb, OS Linux Mint
	<b>Banner</b> : Top -AR Xbanner, Mika Poster

Gambar 3. Unit Sistem

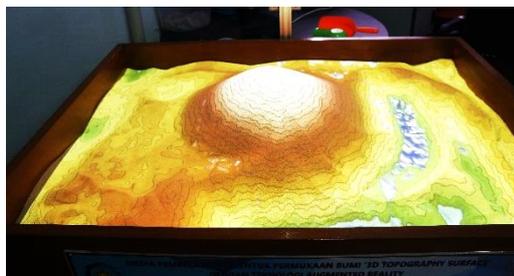
Sistem yang terdiri dari komputer, sensor, *projector* dan media pasir yang memungkinkan pengguna secara visual dapat membuat *topographic surface model* secara *real time*. Sistem ini akan memperlihatkan degradasi warna karena

perbedaan ketinggian, bentuk dan kerapatan garis kontur serta simulasi gerakan air di muka bumi.

### C. Analisa Sistem

Sistem ini dibangun dari komputer, dilengkapi dengan perangkat lunak simulasi dan visualisasi yang kuat, kamera sensor (sensor Kinect), proyektor data, dan kotak pasir. Untuk pengembangan perangkat lunak penggerak, para pencipta menggunakan alat pengembangan Vruil VR dan kerangka pemrosesan video Kinect 3D. Top.AR adalah cara yang mengesankan untuk menghadirkan model topografi. Kualitas terbaik dari sistem ini adalah bahwa ketika mengubah pasir di dalam kotak, pengguna juga mengubah isolines virtual dan pewarnaan hipometrik secara real time. Relief di kotak pasir menghitung ulang berdasarkan data kedalaman, yang dirasakan oleh kamera Kinect dan diproses oleh perangkat lunak setiap saat. Setelah langkah-langkah ini, itu diberikan dari proyektor data di atas kotak pasir, yang menggambarkan bantuan virtual yang sangat cocok dengan lanskap pasir. Pengembang memberi pengguna yang membuat kotak pasir mereka sendiri, opsi untuk menyesuaikan skema warna hipometrik, sesuai dengan kebijaksanaan mereka. Ini dimungkinkan karena kombinasi beberapa shader.

Salah satu karakteristik khusus dari sistem ini adalah simulasi air. Berdasarkan persamaan dari disiplin Dinamika Fluida, sistem menunjukkan apa yang dilakukan air setelah jatuh di atas bantuan setelah hujan. Sama seperti di alam, massa air simulasi mengikuti bentuk-bentuk bantuan: bergerak dari elevasi tertinggi ke terendah, melaju lebih cepat melalui bentang alam yang curam dan terakumulasi dalam bentuk tertutup. Simulasi ini didasarkan pada



Gambar 4. Visualisasi Top.AR

seperangkat persamaan air dangkal Saint-Venant yang "menggambarkan aliran di bawah

permukaan tekanan dalam cairan". Intensitas simulasi hujan dapat dikontrol melalui menu perangkat lunak dan ini membantu untuk melakukan skenario bencana yang berbeda. Kemampuan sistem untuk mensimulasikan air berguna dan penting dalam kasus kami ketika penjelasan visual tentang keadaan darurat seperti hujan lebat, banjir atau bendungan retak diperlukan.

Ide utama dari para pencipta adalah untuk mengembangkan aplikasi visualisasi 3D yang akan dipamerkan di museum untuk mengajarkan konsep utama geologi, hidrogeologi dan geografi, menggunakan *augmented reality* untuk menjelaskan beberapa istilah dalam disiplin ilmu ini. Tetapi sebagai tambahan dari sudut pandang kartografi, ini juga merupakan cara yang baik untuk mengajarkan siswa cara membaca peta topografi. Dari hasil penerapan alat ini sangat menarik untuk simulasi bencana yang menawarkan skenario yang tak terhitung jumlahnya dari kasus-kasus darurat tidak hanya untuk banjir tetapi bahkan untuk tanah longsor.

### D. Top.AR di Laboratorium Kadaster dan Kebijakan Pertanahan – T. Geomatika ITS



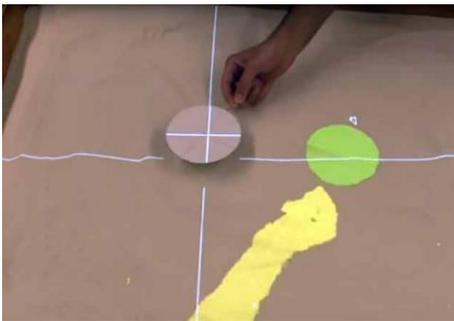
Gambar 5. Top.AR dan tim peneliti

TopAR dibangun di Laboratorium KKP T. Geomatika ITS. Instruksi lengkap ada di situs Oliver Kreylos (<https://arsandbox.ucdavis.edu/forums/topic/complete-installation-instructions/>) kecuali proporsi antara bagian integral utama dari sistem. Namun demikian, untuk konstruksi khusus ini, kotak pasir Kreylos digunakan untuk prototipe tetapi kali ini terbuat dari kayu. Tidak menjadi masalah material apa yang terbuat dari sistem. Ada juga banyak keputusan geometris. Satu-satunya hal yang harus dijaga adalah jarak antara proyektor, sensor, dan kotak pasir agar relief virtual diproyeksikan dengan benar di atas kotak.

Volume kotak pasir adalah 0,2 m<sup>3</sup> dan berisi 100 kilo pasir yang secara khusus dipilih untuk

memiliki karakteristik pantulan tinggi. Ini adalah pasir pantai halus putih tanpa campuran kimia karena harus aman untuk digunakan dari anak-anak dan siswa. Perangkat lunak yang digunakan untuk menggerakkan loop tertutup komputer, proyektor dan sensor dikembangkan untuk sistem operasi Linux gratis dan didasarkan pada kode sumber terbuka (*open-source*).

Untuk memberikan proyeksi akurat dari isolines dan pewarnaan hipometrik pada lanskap pasir di kotak pasir, diperlukan kalibrasi. Tahap ini



Gambar 6. Kalibrasi Top.AR

diperlukan untuk Top.AR yang berfungsi dengan baik. Proses kalibrasi menyajikan registrasi pusat cakram putih yang ditempatkan secara berurutan di dua belas posisi di kotak pasir, diperlukan dan diarahkan dari perangkat lunak. Piringan putih harus ditempatkan dalam satu titik pada ketinggian dan satu pada elevasi rendah yang dirujuk membentuk rata-rata tingkat pasir. Tahap ini dapat berlanjut sampai ketepatan yang diperlukan dari proyeksi terpenuhi. Dalam hal ini adalah 1,76 mm. Proses kalibrasi harus diulang secara berkala karena konstruksi Top.AR sangat sensitif terhadap pengaruh eksternal.

#### **E. Minat dari siswa dan pakar**

Karena Top.AR telah dibangun di Laboratorium KKP dan telah dicoba para mahasiswa dan menunjukkan ketertarikan mereka yang besar terhadapnya. Demonstrasi karyanya sering menimbulkan pertanyaan dan diskusi tentang penggunaan sistem di masa depan. Berbagi ide dan pengalaman dengan peneliti dan kolega asing, membantu kami memperluas cakrawala untuk pengembangan lebih lanjut dan perbaikan di masa mendatang.

#### **KESIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dibuat seperangkat alat pembelajaran pemodelan 3 dimensi permukaan bumi (Top.AR) dengan berbasis teknologi Augmented Reality di Laboratorium KKP Departemen Teknik Geomatika ITS.
2. Dengan alat ini memungkinkan mahasiswa/pelajar akan tertarik mempelajari fenomena permukaan/surface karena pembelajaran yang interaktif dan dalam bentuk model 3D. Sehingga sambil belajar topik yang dipelajari secara tekstual dalam kuliah, buku teks, dan bidang datar, mahasiswa/pelajar antusias karena menikmati pengalaman belajar dan akan merekomendasikan penggunaannya di masa depan.
3. Manfaat alat ini terlihat dari peningkatan pembelajaran mahasiswa dalam mencoba melakukan karena model terlihat lebih real sehingga meningkatkan minat serta keterlibatan para mahasiswa yang ditingkatkan dalam menghubungkan topik yang lebih kompleks dalam mempelajari ilmu bumi.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM-ITS atas pendanaan sebagian untuk penelitian ini. Dan kepada Oliver Kreylos dan tim dari UC.Davis - W.M. Keck Center yang telah mengembangkan ARSandbox perangkat lunak dan konsep serta membagikan metode dan cara membuatnya secara open source.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Duncan, R.G., and Rivet, A.E. 2013. Science learning progressions. *Science*, 339:396–397. East Carolina University (ECU).
- Jenkins, H. S., R. Gant, and D. Hopkins (2014), Shifting sands and turning tides: Using 3D visualization technology to shape the environment for undergraduate students, Abstract ED53B-3489 presented at Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 15–19 Dec.
- Kreylos, O. 2015. The Augmented Reality Sandbox. University of California – UC Davis <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARsandbox/index.html>
- Kuehn, S.C. 2012. The topographic sand box, a tool

for improved understanding and visualization of topographic maps. Presented at the Geological Society of America Annual Meeting, Charlotte, NC.

Reed, S., Kreylos, O., Hsi, S., Kellogg, L., Schladow, G., Yikilmaz, M.B., Segale, H., Silverman, J., Yalowitz, S., and Sato, E., Shaping Watersheds Exhibit: An Interactive, Augmented Reality Sandbox for Advancing Earth Science Education, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2014, Abstract no. ED34A-01 (2014)

Reed, S., Hsi, S., Kreylos, O., Yikilmaz, M.B., Kellogg, L.H., Schladow, S.G., Segale, H., and Chan, L., Augmented Reality Turns a Sandbox into a Geoscience Lesson, EOS 97, <https://doi.org/10.1029/2016EO056135> (2016)

Terri L. Woods, Sarah Reed, Sherry Hsi, John A. Woods,<sup>1</sup> and Michael R. Woods. 2016. Pilot Study Using the Augmented Reality Sandbox to Teach Topographic Maps and Surficial Processes in Introductory Geology Labs. *Journal Of Geoscience Education* 64, 199–214.

Woods, T. L., J. A. Woods, and M. R. Woods (2015), Using the Kreylos Augmented Reality Sandbox to teach topographic maps and surficial processes in an introductory geology lab at East Carolina University, *Geol. Soc. Am. Abstr. Programs*, 47(7), 111.