TUGAS AKHIR – RM184831

ANALISIS PENGGUNAAN TEKNOLOGI PEMODELAN PERMUKAAN TOPOGRAFI BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK VISUALISASI KONTUR DAN HIDROLOGI

MIFTACHUL RISKI
NRP 03311440000051

Dosen Pembimbing
Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – RM184831

ANALISIS PENGGUNAAN TEKNOLOGI PEMODELAN PERMUKAAN TOPOGRAFI BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK VISUALISASI KONTUR DAN HIDROLOGI

MIFTACHUL RISKI
NRP 03311440000051

Dosen Pembimbing
Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

FINAL ASSIGNMENT – RM184831

ANALYSIS OF TOPOGRAPHY SURFACE MODELING TECHNOLOGY BASED ON AUGMENTED REALITY FOR CONTOURS AND HYDROLOGY VISUALIZATION

MIFTACHUL RISKI
NRP 03311440000051

Supervisor
Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA

Geomatics Engineering Department
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS PENGGUNAAN TEKNOLOGI PEMODELAN PERMUKAAN TOPOGRAFI BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK VISUALISASI KONTUR DAN HIDROLOGI

Nama Mahasiswa: Miftachul Riski
NRP : 03311440000051
Jurusan : Departemen Teknik Geomatika FTSPK – ITS
Pembimbing : Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA

ABSTRAK

Teknologi Informasi dalam penyampaian informasi mengalami perkembangan pesat. Augmented Reality (AR) adalah sebuah teknologi pencitraan visual 3D. Topografi dalam arti luas diartikan sebagai ketinggian suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut sehingga dapat diketahui elevasi tanahnya. Di Indonesia penerapan dari teknologi AR hanya sebatas untuk menampilkan hasil dari bentuk visual didalam permainan. Tetapi teknologi tersebut masih dirasa baru untuk dunia pendidikan. Dalam penelitian ini akan menganalisis bentuk dari pemodelan visual dari AR sebagai media terkait visualisasi tentang bentuk topografi. Dengan membuat instalasi terkait alat berupa kotak pasir dan sistem intregasi dari AR yang digunakan sebagai media dari sebuah pemodelan topografi. Analisis dilakukan terhadap 5 model bentuk topografi. Untuk model visualisasi yang digunakan adalah model topografi Gunung Karang, Gunung Muria, Gunung Agung, Waduk Rawa Pening, dan Telaga Ngebel. Hasil yang didapatkan pada pemodelan topografi merupakan hasil yang didapatkan melalui pemodelan data DEMNAS yang dicetak kemudian dibuat bentuk visual di alat kotak pasir AR. Dengan

hasil RMSe yang didapatkan maka akan mempengaruhi presisi hasil pemodelan. Dari perbandingan hasil pemodelan garis kontur terdapat sebuah perbedaan pada bentuk visualisasi pada bentuk gundukan. Pada hasil pemodelan hidrologi dibuat sebuah bentuk cekungan. Dengan memangil perintah bentuk visual dari air maka didapatkan sebuah bentuk pemodelan hidrologi.

Kata Kunci: Augmented Reality, Topografi, Pendidikan

ANALYSIS OF TOPOGRAPHY SURFACE MODELING TECHNOLOGY BASED ON AUGMENTED REALITY FOR CONTOURS AND HYDROLOGY VISUALIZATION

Name : Miftachul Riski
NRP : 03311440000051
Departement : Geomatics Engineering, FTSPK – ITS
Supervisor : Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA

ABSTRACT

Information Technology in the delivery of information experienced rapid development. Augmented Reality (AR) is a 3D visual imaging technology. Topography in the broad sense is defined as the height of a place which is calculated from the sea level so that the elevation of the land can be determined. In Indonesia the application of AR technology is limited to displaying the results of visual forms in the game. But the technology is still considered new to the world of education. In this study will analyze the form of visual modeling of AR as a media related to visualization of topographic forms. By making an installation related to the tool in the form of a sandbox and an integrated system of AR that is used as a medium of topographic modeling. Analysis was carried out on 5 topographic shape models. The visualization model used is the topographic model of Mount Karang, Mount Muria, Mount Agung, Rawa Pening Reservoir, and Ngebel Lake. The results obtained in topographic modeling are the results obtained through modeling DEMNAS data that is printed and then visualized in the AR sandbox tool. With the RMSe results obtained, it will affect the precision of the modeling results. From the comparison of contour line modeling results there is a difference in the shape of the visualization in the form of the mound. In the results of hydrological modeling, a

basin is created. By calling in the visual form of the water we get a form of hydrological modeling.
Keywords: Augmented Reality, Topography, Education

ANALISA PENGGUNAAN TEKNOLOGI PEMODELAN PERMUKAAN TOPOGRAFI BERBASIS AUGMENTED REALITY UNTUK VISUALISASI KONTUR DAN HIDROLOGI

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
MIFTACHUL RISKI
NRP. 03311440000051

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA (.....)
NIP. 19690520 199903 1 002

SURABAYA, Januari 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya sampaikan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhirnya yang berjudul "**Analisa Penggunaan Teknologi Pemodelan Permukaan Topografi Berbasis *Augmented Reality* Untuk Visualisasi Kontur dan Hidrologi**" dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas diberi-Nya segala kemudahan, kelancaran, rahmat, serta hidayah.
2. Kedua orang tua Bapak Arifin, SE., dan Ibu Jumiati yang selalu memberikan doa dan dukungannya untuk kelancaran penelitian ini.
3. Kakak kandung beserta istrinya Cholis Arfian Putranto dan Anita Rahayu yang selalu memberi semangat.
4. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
5. Bapak Agung Budi Cahyono, ST., MSc., DEA, selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Ibu Udiana Wahyu Deviantari, ST., MT., selaku dosen wali yang selalu sabar membimbing anak perwaliannya.
7. Bapak Danu Supradita, Bapak Yusuf Armanzah, A.Md., Bapak Achmad Syuja', Bapak Moh. Hamsah, A.Md., Ibu Nur Aziizah Arizah Wardah selaku laboratoran yang ada di Departemen Teknik Geomatika.
8. Bapak Supiyan, Bapak Ahmad Basofi, Ibu Dwi Jawanti Mitasari, Bapak Ahmad Basofi, Bapak Irfan Arifin, Bapak Widyo Atmojo Hutomo, Bapak Sumaryano, Bapak Dharma

Wahyudi, Bapak Dedi Setiawan, Bapak Sugiono, Bapak Agil Syahrial A., Bapak Khoirul Wahyudi selaku staff dan karyawan yang bekerja di Departemen Teknik Geomatika.

9. Teman-teman G16 yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan baik langsung maupun tidak langsung dalam mengerjakan tugas akhir ini.
10. Dean, Idfy, Firdaus, Afta, Senda, Agus, Zaki selaku teman-teman seperjuangan tim di Laboratorium Kadaster & Kebijakan Pertanahan.
11. Doyok, Dhaniar, Dea, Faris, Fito, Teta, Trinanda selaku tim huru-hara ITS EXPO 2017 yang selalu hangat dimanapun tempatnya.
12. BPH, Konseptor, Koordinator, Staff Ahli, dan Staff ITS EXPO 2016 dan ITS EXPO 2017 yang telah memberikan semangat, dukungan, doa dan kekeluargaannya.
13. Warga dari HMTG-ITS yang selalu memberikan semangat di dalam maupun luar kampus.
14. Serta seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk mahasiswa Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LAMAN JUDUL i
ABSTRAK v
LEMBAR PERSERTUJUAN ix
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 3
1.5 Manfaat 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Topografi 5
2.2 Kontur 8
2.3 Hidrologi 11
2.4 *Augmented Reality* 14
2.4.1 *Marker Augmented Reality* 18
2.4.2 *Markerless Augmented Reality* 18
2.5 Sensor Kamera 3 Dimensi 19
2.5.1 RGB *Camera* 21
2.5.2 *Depth Sensor* 21
2.5.3 *Skelental Tracking* 22
2.6 Kalibrasi 22
2.7 *Sandbox Augmented Reality* 24
2.8 Model Pembelajaran 26
2.9 Penelitian Terdahulu 28
BAB III METODOLOGI 33
3.1 Lokasi Penelitian 33
3.2 Data dan Peralatan 35
3.2.1 Data 35
3.2.2 Peralatan 35

3.3 Pembuatan Program 38
3.4 Diagram Alir Pekerjaan.....40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....51
4.1 Hasil 51
4.1.1 Hasil Garis Kontur 51
4.1.2 Hasil Aliran Hidrologi 55
4.1.3 Hasil Pemodelan Hidrologi.....56
4.1.4 Hasil Visualisasi Pemodelan.....58
4.1.5 Modul Ajar.....59
4.2 Pembahasan.....61
4.2.1 Analisis DEMNAS.....61
4.2.2 Analisis Garis Kontur.....63
4.2.3 Analisis Hidrologi.....64
4.2.4 Hasil Visualisasi.....65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 67
5.1 Kesimpulan.....67
5.2 Saran.....68
DAFTAR PUSTAKA.....69
LAMPIRAN 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi 13
Gambar 2.2 Prinsip Kerja *Augmented Reality* 15
Gambar 2.3 Contoh Penerapan AR Dalam Edukasi 16
Gambar 2.4 Metode *Marker Based Tracking* 18
Gambar 2.5 Bentuk visualisai permukaan topografi..... 29
Gambar 2.6 Penjelasan tentang peta kartogradi kepada anak – anak dan peta yang dibikin oleh anak kecil 30
Gambar 2.7 *AR Sandbox* yang ada di Aristotle University of Thessaloniki 32
Gambar 3.1 Lokasi penelitian di Gunung Agung, Provinsi Bali 33
Gambar 3.2 Lokasi penelitian di Gunung Karang, Provinsi Banten 34
Gambar 3.3 Lokasi penelitian di Gunung Muria, Provinsi Jawa Tengah 34
Gambar 3.4 Lokasi penelitian di Waduk Rawa Pening, Provinsi Jawa Tengah 34
Gambar 3.5 Lokasi penelitian di Telaga Ngebel, Provinsi Jawa Timur 35
Gambar 3.6 Kamera Kinect Xbox 360..... 36
Gambar 3.7 Projector Benq..... 36
Gambar 3.8 CPU AMD Dual Core 36
Gambar 3.9 Media kotak kayu dan Frame Aluminium... 37
Gambar 3.10 Pasir pantai putih 37
Gambar 3.11 Diagram Pembuatan Program Pemodelan... 38
Gambar 3.12 Diagram Alir Tahapan Pekerjaan Pemodelan Bentuk Topografi 40
Gambar 3.13 Diagram Alir Tahapan Pekerjaan Visualisasi Bentuk Permukaan Bumi 44
Gambar 3.14 Diagram Alir Tahapan Pembuatan Modul Media Pembelajaran..... 47

Gambar 3.15 Diagram Alir Tahapan Hasil Model Pembelajaran Bentuk Visual Permukaan Bumi 49
Gambar 4.1 Hasil dari pemodelan topografi Gunung Muria 53
Gambar 4.2 Hasil dari pemodelan topografi Gunung Agung 53
Gambar 4.3 Hasil dari pemodelan topografi Gunung Karang 54
Gambar 4.4 Hasil dari pemodelan topografi Waduk Rawa Pening.....54
Gambar 4.5 Hasil dari pemodelan topografi Telaga Ngebel 54
Gambar 4.6 Hasil dari pemodelan kontur topografi Gunung Muria 55
Gambar 4.7 Hasil dari pemodelan kontur topografi Gunung Karang 55
Gambar 4.8 Hasil dari pemodelan kontur topografi Gunung Agung 56
Gambar 4.9 Hasil dari pemodelan hidrologi Waduk Rawa Pening.....57
Gambar 4.10 Hasil dari pemodelan hidrologi Telaga Ngebel 57
Gambar 4.11 Hasil dari vusualisasi pemodelan Gunung Muria 58
Gambar 4.12 Hasil dari visualisasi pemodelan Gunung Agung 58
Gambar 4.13 Hasil dari visualisasi pemodelan Gunung Karang 59
Gambar 4.14 Hasil dari visualisasi pemodelan Waduk Rawa Pening.....59
Gambar 4.15 Sampul modul ajar.....60
Gambar 4.16 Proses kalibrasi kamera dan proyektor terhadap media pemodelan.....61

Gambar 4.17 Hasil kalibrasi kamera dan proyektor terhadap media pemodelan.....61
Gambar 4.18 Layout dari data DEMNAS.....62
Gambar 4.19 Analisa dari bentuk kontur Gunung Agung.....63
Gambar 4.20 Analisa dari bentuk hidrologi Telaga Ngebel.....64
Gambar 4.21 Analisa dari bentuk hidrologi Gunung Karang.....64
Gambar 4.22 Analisa dari bentuk visualisasi Waduk Rawa Pening.....65

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Medan 5
Tabel 2.2 Hubungan Antara Relief, Kemiringan Lereng, Beda Tinggi Relatif. 7

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Topografi merupakan perbedaan tinggi rendah daerah dipermukaan bumi, baik berupa daerah dataran/landai, bergelombang/berbukit dan pegunungan. Topografi sangat berhubungan dengan kemiringan lereng serta beda tinggi relatif suatu tempat. Menurut Sastra M., Suparno dan Marlina E. (2005:139), keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan, atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Lahan yang baik untuk dikembangkan sebagai area perumahan adalah lahan yang relatif landai, memiliki kemiringan lereng yang kecil, sehingga mempunyai potensi pengembangan yang besar. Topografi dalam arti luas adalah permukaan tanah, atau dapat diartikan sebagai ketinggian suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut sehingga dapat diketahui elevasi tanah aslinya.

Pemanfaatan Teknologi Informasi (TI) dalam proses penyampaian informasi mengalami perkembangan pesat. Saat ini, teknologi terbaru yang digunakan dalam penyampaian informasi adalah teknologi *Augmented Reality* (AR). Pada teknologi AR, pengguna dapat menvisualisasikan objek atau benda dalam bentuk 3 dimensi. AR memiliki kelebihan bersifat interaktif dan *real time* sehingga AR banyak diimplementasikan di berbagai bidang.

Dengan perkembangan zaman di dunia pendidikan yang terus berubah dengan signifikan sehingga banyak merubah pola pikir pendidik. Hal tersebut sangat berpengaruh dalam kemajuan pendidikan di Indonesia. Menyikapi hal tersebut pakar-pakar pendidikan mengkritisi dengan cara mengungkapkan dan teori pendidikan yang sebenarnya untuk mencapai tujuan pendidikan yang sesungguhnya.

Tujuan pendidikan adalah menciptakan seseorang yang berkualitas dan berkarakter sehingga memiliki pandangan yang luas kedepan untuk mencapai suatu cita - cita yang di harapkan dan mampu beradaptasi secara cepat dan tepat di dalam berbagai lingkungan. Karena pendidikan itu sendiri memotivasi diri sendiri untuk lebih baik dalam segala aspek kehidupan.

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dengan kata lain, pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Pembelajaran yang berkualitas sangat tergantung dari motivasi pelajar dan kreatifitas pengajar. Pembelajar yang memiliki motivasi tinggi ditunjang dengan pengajar yang mampu memfasilitasi motivasi tersebut akan membawa pada keberhasilan pencapaian target belajar. Target belajar dapat diukur melalui perubahan sikap dan kemampuan siswa melalui proses belajar. Desain pembelajaran yang baik, ditunjang fasilitas yang memandai, ditambah dengan kreatifitas guru akan membuat peserta didik lebih mudah mencapai target belajar.

Model pembelajaran adalah seluruh rangkaian penyajian materi ajar yang meliputi segala aspek sebelum sedang dan sesudah pembelajaran yang dilakukan guru serta segala fasilitas yang terkait yang digunakan secara langsung atau tidak langsung dalam proses belajar mengajar (Istarani, 2012). Model mengajar dapat diartikan sebagai suatu rencana atau pola yang digunakan dalam menyusun kurikulum, mengatur materi peserta didik, dan memberi petunjuk kepada pengajar di kelas dalam setting pengajaran atau setting lainnya (Jihad dan Haris, 2012). Fungsi Model Pembelajaran adalah sebagai pedoman bagi pengajar dan para guru dalam melaksanakan pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa setiap model yang akan digunakan dalam

pembelajaran menentukan perangkat yang dipakai dalam pembelajaran tersebut (Shoimin, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang muncul dari pembahasan diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara pembentukan permukaan 3 dimensi berbasis teknologi *Augmented Reality* sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan obyek visualisasi di dalamnya?
2. Bagaimana menganalisa sebuah sistem pemodelan permukaan topografi yang dapat digunakan untuk kegiatan belajar mengajar model visualisasi 3 dimensi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini,yaitu :

1. Peralatan dan teknologi yang digunakan menggunakan komponen *Augmented Reality Sandbox* oleh UC Davis.
2. Data yang digunakan adakah data DEM yang didapat dari DEMNAS dan visualisasi menggunakan *Augmented Reality*.
3. Media pembelajaran menggunakan alat Top-AR yang berada di departemen teknik geomatika ITS Surabaya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan model 3 dimensi permukaan bumi dari data DEMNAS dengan alat *Augmented Reality Sandbox*.
2. Menganalisa hasil visualisasi pemodelan bentuk permukaan bumi dilihat dari beda tinggi berupa garis kontur ataupun gradasi warna dan bentuk aliran hidrologinya.
3. Membuat sebuah metode pembelajaran terkait tentang alat pemodelan permukaan topografi.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi terkait media pembelajaran bentuk permukaan bumi.
2. Dapat memberikan sebuah inovasi media pembelajaran bentuk permukaan bumi.
3. Menjadi acuan pembelajaran bentuk permukaan bumi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Topografi

Topografi dalam arti luas adalah permukaan tanah, atau dapat diartikan sebagai ketinggian suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut sehingga dapat diketahui elevasi tanah aslinya.Untuk memperkecil biaya pembangunan, suatu standar perlu disesuaikan dengan keadaan topografinya. Sedangkan macam-macam jenis medan dibagi dalam tiga golongan umum yang dibedakan manurut besarnya lereng melintang dalam arah kurang lebih tegak lurus sumbu jalan raya. Klasifikasi medan dan besarnya lereng melintang menurut "*Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya*" No.13/ 1970 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi Medan

NO	KLASIFIKASI MEDAN	LERENG MELINTANG (%)
1	Datar (D)	0 – 9,9
2	Perbukitan (B)	10 – 24,9
3	Pegunungan (G)	> 25,0

Pada dasarnya topografi merupakan perbedaan tinggi rendah daerah dipermukaan bumi, baik berupa daerah dataran/landai, bergelombang/berbukit dan pegunungan. Topografi sangat berhubungan dengan kemiringan lereng serta beda tinggi relatif suatu tempat. Menurut Sastra M., Suparno dan Marlina E. (2005), keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan, atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Lahan yang baik untuk dikembangkan sebagai area perumahan adalah lahan yang relatif landai, memiliki

kemiringan lereng yang kecil, sehingga mempunyai potensi pengembangan yang besar.

Arsyad (2000) Kemiringan lereng menunjukan besarnya sudut lereng dalam persen atau derajat. Dua titik yang berjarak horizontal 100 meter yang mempunyai selisih tinggi 10 meter membentuk lereng 10%. Kecuraman lereng 100% sama dengan kecuraman 45° selain dari memperbesar jumlah aliran permukaan, semakin curamnya lereng semakin besar, maka jumlah butir-butir tanah yang terpercik ke bawa oleh tumbukan butir hujan akan semakin banyak. Semakin miringnua permukaan tanah dari bidang horizontal sehingga lapisan tanah atas yang tererosi akan semakin banyak jika lereng permukaan tanah menjadi dua kali lebih curam, maka banyaknya erose persatuan luas menjadi 2,0-2,5 kali lebih banyak.

Bentuk lereng merupakan wujud visual lereng. Kemiringan lereng biasanya terdiri dari bagian puncak (*crest*), cembung (*convex*), cekung (*voncave*), dan kaki lereng (*lower slope*). Daerah puncak merupakan daerah gerusan erosi yang paling tinggi dibandingkan daerah bawahnya, demikian pula lereng tengah yang kadang cembung atau cekung mendapat gerusan aliran permukaan relief lebih besar dari puncaknya sendiri, sedangkan kaki lereng merupakan daerah endapan. Salim (1998) dalam Sahara (2014)

Topografi pada daerah dataran, berbukit, dan pegunungan sangat berhubungan dengan kemiringan lereng serta beda tinggi relatif, seperti yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Hubungan Antara Relief, Kemiringan Lereng, Beda Tinggi Relatif.

No.	Unit Relief	Lereng	Beda Tinggi Relatif (m)
1.	Topografi datar-hampir datar	0 – 2	< 5
2.	Topografi berombak dengan lereng landai	3 – 7	5 – 50
3.	Topografi berombak / bergelombang dengan lereng miring	8 – 13	25 – 75
4.	Topografi bergelombang berbukit dengan lereng sedang	14 – 20	50 – 200
5.	Topografi berbukit terkikis dalam dengan lereng terjal	21 – 55	200 – 500
6.	Pegunungan terkikis kuat dengan lereng sangat terjal	56 – 140	500 – 1000
7.	Pegunungan dengan lereng sangat terjal sekali	> 140	> 1000

Sumber: Dibyosaputro (1997)

Menurut Zuidam dalam Sugiyanta (2006), kriteria kemiringan lereng dapat dinyatakan dalam satuan persen dan dikelompokkan ke dalam tujuh kelas, yaitu:

1. Datar atau hampir datar (0 – 2%)
2. Agak miring (3 – 7%)

3. Miring (8 – 13%)
4. Agak curam (14 – 20%)
5. Curam (21 – 55%)
6. Sangat curam (56 – 140%)
7. Paling curam (> 140%)

2.2 Kontur

Kontur adalah garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian yang sama. Kontur ini dapat memberikan informasi relief, baik secara relatif, maupun secara absolute. Informasi relief secara relatif ini, diperlihatkan dengan menggambarkan garis-garis kontur secara rapat untuk daerah terjal, sedangkan untuk daerah yang landai dapat di perlihatkan dengan menggambarkan garis-garis tersebut secara renggang (Kasmat, 2012).

Informasi relief secara absolute, diperlihatkan dengan cara menuliskan nilai kontur yang merupakan ketinggian garis tersebut diatas suatu bidang acuan tertentu. Bidang acuan yang umum digunakan adalah bidang permukaan laut rata-rata. Interval kontur ini sama dengan beda tinggi antar kedua kontur. Interval sangat bergantung kepada skala peta, juga pada relief permukaan.

Menurut Rosana (2003) garis kontur adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat atau titik-titik pada peta yang mempunyai ketinggian sama di atas atau di bawah suatu datun plane (bidang level). Garis kontur atau disebut dengan garis ***tranches***, garis tinggi, atau garis tinggi horizontal, adalah garis imajiner pada suatu wilayah atau area di atas peta yang menghubungkan dan memperlihatkan beberapa titik pada peta yang memiliki ketinggian yang sama. Garis ini selanjutnya menunjukkan pergerakan atau perkembangan naik turunnya suatu keadaan tanah.

Misalnya, suatu garis kontur ditunjukkan dengan angka + 25 meter, berarti garis kontur ini menghubungkan titik-titik yang memiliki sudut elevasi atau ketinggian yang sama + 25 meter terhadap sudut elevasi atau ketinggian tertentu. Garis kontur ini

dapat dibuat dengan membuat suatu proyeksi garis tegak berpotongan pada bidang datar dengan permukaan bumi ke bidang mendatar pada suatu peta. Garis kontur yang dibuat pada peta akan terkait langsung dengan skala yang mana garis kontur ini dibuat sesuai dengan skala peta yang diinginkan.

Dilihat dari pengertiannya, garis kontur bertujuan untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah atau topografi wilayah. Secara sederhana, fungsi adanya garis kontur adalah sebagai:

- Penanda ketinggian atau sudut elevasi suatu tempat atau wilayah tertentu.
- Penanda ada tidaknya bentuk relief sesuai dengan wujud asli di permukaan bumi.
- Penanda ada tidaknya suatu lereng di suatu tempat atau wilayah tertentu.
- Penanda besaran sudut kemiringan suatu lereng pada suatu tempat atau wilayah tertentu.
- Penanda perhitungan untuk luas daerah genangan dan volume suatu bendungan.
- Penentu rute suatu jalan atau saluran yang memiliki sudut kemiringan tertentu.
- Penentu ada tidaknya dua titik di lahan yang tingginya sama dan saling terlihat.
- Bahan untuk membuat potongan memanjang (*long-section*).

Dalam menggambarkan bentuk permukaan tanah atau membuat peta topografi dan ketinggian pada suatu peta garis kontur sangat berguna untuk memproyeksikan kedua pola tersebut, atau cara lain yang bias digunakan adalah dengan metode hachures dan shading. Garis kontur memiliki karakteristik sebagai berikut ini:

- Garis kontur yang menunjukkan tingkat kerapatan yang lebih besar menandakan sudut kemiringan atau lereng yang sangat curam.
- Garis kontur yang tingkat kerapatannya jarang menandakan keadaan permukaan tanah yang landau.

- Garis kontur selalu bersifat horizontal, tidak bercabang, dan tidak berpotongan.
- Garis kontur selalu berkelok-kelok dan mengikuti sudut kemiringan atau lereng dari suatu lembah.
- Garis kontur selalu tegak lurus terhadap aliran air yang mengalir di permukaan tanah.
- Garis kontur berbentuk kurva tertutup.
- Garis kontur selalu menjorok ke hulu jika melewati aliran sungai.
- Garis kontur selalu menjorok ke arah jalan jika melewati permukaan jalan.
- Garis kontur tidak akan terlihat jika melewati suatu bangunan.
- Garis kontur yang disajikan selalu disesuaikan dengan skala peta yang dibuat.
- Garis kontur memiliki sajian indeks yang berbeda-beda mengikuti posisi topografi suatu wilayah.
- Garis kontur hanya diperuntukkan satu sudut ketinggian tertentu.
- Garis kontur yang bernilai lebih rendah selalu mengelilingi garis kontur yang bernilai lebih tinggi.
- Garis kontur yang bertanda huruf U selalu menunjukkan punggung pegunungan atau gunung.
- Garis kontur yang bertanda huruf V selalu menandakan suatu lembah atau jurang.

Relief dan kemiringan lereng dapat diketahui melalui peta topografi yang dibuat menjadi peta kontur, dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Dibyosaputro (1997) sebagai berikut:

Re = Ktt – Ktr (m)

Keterangan: Re = Relief (m)
Ktt = Kontur Tertinggi (m)
Ktr = Kontur Terendah (m)

2.3 Hidrologi

Hidrologi berasal dari bahasa Yunani *Hydrologia* yang berarti "ilmu air". Hidrologi adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Orang yang ahli dalam bidang hidrologi disebut hidrolog, bekerja dalam bidang ilmu bumi dan ilmu lingkungan, serta teknik sipil dan teknik lingkungan.

Secara umum Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari masalah keberadaan air di bumi (siklus air) dan hidrologi memberikan alternatif bagi pengembangan sumberdaya air bagi pertanian dan industri.

Lebih lanjut, bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya, pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik, kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubunganya dengan kehidupan. (Marta dan Adidarma, 1983).

Sedangkan menurut Linsley dan Franzini (1996), menyatakan pula bahwa hidrologi ialah ilmu yang membicarakan tentang air yang ada di bumi, yaitu mengenai kejadian, perputaran dan pembagiannya, sifat-sifat fisik dan kimia, serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan.

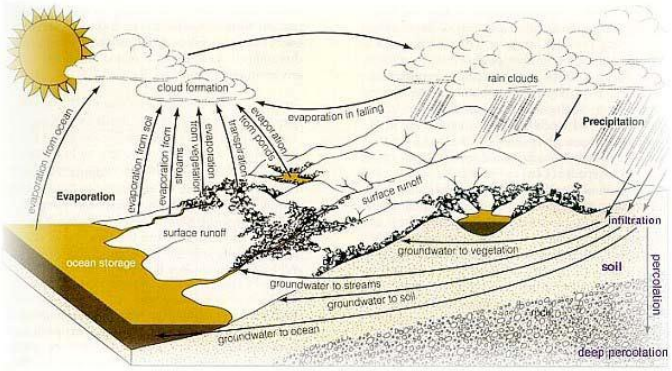
Singh (1992), menyatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air bumi, termasuk di dalamnya kejadian, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen.

Dari beberapa pendapat di atas dapat dikemukakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air, baik di atmosfer, di bumi, dan di dalam bumi, tentang perputarannya, kejadiannya, distribusinya serta pengaruhnya terhadap kehidupan yang ada di alam ini.

Berdasarkan konsep tersebut, hidrologi memiliki ruang lingkup atau cakupan yang luas. Secara substansial, cakupan bidang ilmu itu meliputi: asal mula dan proses terjadinya air pergerakan dan penyebaran air sifat-sifat air keterkaitan air dengan lingkungan dan kehidupan. Hidrologi merupakan suatu ilmu yang mengkaji tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Studi hidrologi meliputi berbagai bentuk air serta menyangkut perubahan-perubahannya, antara lain dalam keadaan cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, distribusinya, penyebarannya, gerakannya dan lain sebagainya.

Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus-menerus tiada henti-hentinya. Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (*evaporation*). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (*transpiration*) (Soedibyo, 2003).

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Di bawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak ke tempat yang lebih rendah yang dapat mengalir ke laut. Namun, sejumlah besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai ke laut. (Linsley dan Franzini, 1996).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi
Sumber: Linsley dan Franzini, 1996

Secara gravitasi air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah lebih rendah, sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju ke sistem jaringan sungai, sistem danau ataupun waduk.

Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan (*surface run off*). Aliran permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah menjadi aliran bawah permukaan melalui proses infiltrasi (*infiltration*), dan perkolasi (*percolation*), selebihnya terkumpul di dalam jaringan alur sungai (*river flow*). Apabila kondisi tanah memungkinkan sebagian air infiltrasi akan mengalir kembali ke dalam sungai (*river*), atau genangan lainya seperti waduk, danau sebagai interflow. Sebagian dari air dalam tanah dapat muncul lagi ke permukaan tanah sebagai air eksfiltrasi (*exfiltration*) dan dapat terkumpul lagi dalam alur sungai atau langsung menuju ke laut/lautan (Soewarno, 2000).

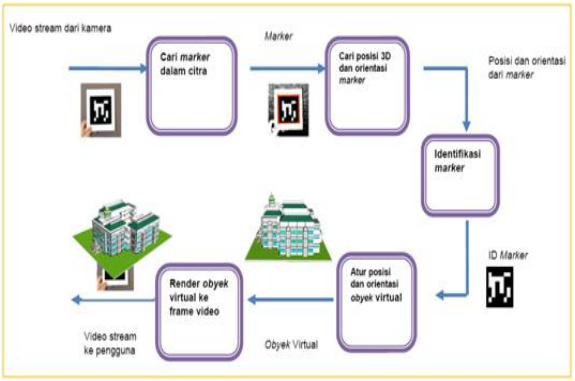
2.4 ***Augmented Reality***

Augmented Reality adalah sebuah teknologi baru pencitraan visual yang masih asing di dunia informasi dan teknologi Indonesia. *Augmented Reality* menjadi terkenal di Jepang dan Amerika saat Hirokazu Kato memperkenalkan *Software Library ArTookit* yang berguna Membangun *Augmented Reality* pada tahun 2000. *Augmented Reality* (AR) adalah kombinasi antara dunia maya (*virtual*) dan dunia nyata (*real*) yang dibuat oleh komputer. Obyek *virtual* dapat berupa teks, animasi, model 3D atau video yang digabungkan dengan lingkungan sebenarnya sehingga pengguna merasakan obyek *virtual* berada dilingkungannya. *Augmented Reality* (AR) adalah cara baru dan menyenangkan dimana manusia berinteraksi dengan komputer, karena dapat membawa obyek virtual ke lingkungan pengguna, memberikan pengalaman visualisasi yang alami dan menyenangkan. *Augmented Reality* (AR) merupakan salah satu cabang di bidang teknologi yang belum terlalu lama, namun memiliki perkembangan yang sangat cepat. Perkembangan AR telah diterapkan secara luas dalam bidang industri, seni, hiburan, game, iklan, kesehatan dan sebagainya. Teknologi AR juga telah diterapkan dalam bidang edukasi, yaitu sebagai pilihan media belajar. Faktanya AR digunakan untuk mendukung berbagai aplikasi edukasi di bermacam-macam domain seperti sejarah, matematika, dan sebagainya (Furth, 2011). Salah satu keunggulan AR adalah memiliki potensi untuk membawa situasi tempat belajar ke dalam lingkup kehidupan sehari-hari mahasiswa (Educause, 2005).

Augmented Reality dapat digunakankan untuk semua indra, termasuk pendengaran, sentuhan dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, *Augmented Reality* juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada *smartphone* dengan memanfaatkan fitur kamera yang ada di hampir semua *smartphone* saat ini. Tujuan utama dari *Augmented*

Reality adalah untuk menciptakan lingkungan baru dengan menggabungkan interaktivitas lingkungan nyata dan virtual secara real time sehingga pengguna merasa bahwa lingkungan yang diciptakan adalah nyata (Mullen, 2011).

Azuma dalam karya ilmiahnya berjudul *A survey of Augmented Reality* (2007) menjelaskan bahwa Augmented Reality adalah teknologi yang menggabungkan obyek-obyek maya yang ada dan dihasilkan (*generated*) oleh komputer dengan benda - benda yang ada di dunia nyata sekitar kita, dan dalam waktu yang nyata. *Augmented Reality* pada industri *mobile phone* juga mempunyai perkembangan yang paling cepat (Azuma, 2001).



Gambar 2.2 Prinsip Kerja *Augmented Reality*
Sumber: Azuma, 2001

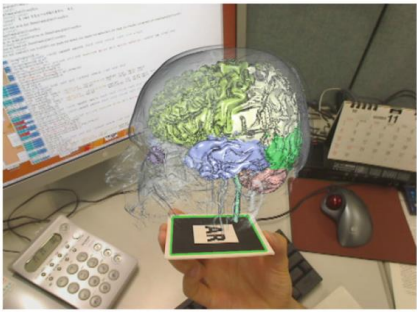
AR memiliki tiga keunggulan yang menyebabkan teknologi ini banyak dipilih oleh banyak pengembang, yaitu :

1. Dapat memperluas persepsi user mengenai suatu obyek dan memberikan '*user experience*' terhadap obyek 3D yang ditampilkan.
2. Memungkinkan user melakukan interaksi yang tidak dapat dilakukan didunia nyata.
3. Memungkinkan untuk mengunakan beragam tool (perangkat) sesuai kebutuhan dan ketersedian.

Selain itu terdapat keterbatasan yang sering menjadi kendala dalam pengembangan suatu proyek yang mengunakan teknologi AR, yaitu :

1. Biaya yang dibutuhkan relatif tinggi untuk menyediakan tool yang menunjang untuk resolusi yang baik
2. Kompleksitas Obyek
3. Terbatasnya pakar penelitian di *territorial* tertentu (Jepang dan Eropa)
4. Terbatasnya *bandwith* untuk mekanisme *distribute resource sharing*.

Prinsip cara kerja AR adalah *tracking* (pelacakan) dan *reconstruction* (rekonstruksi). Pertama *marker* dideteksi melalui gambar dari webcam. Mekanisme deteksi (*tracking*) dapat melibatkan bermacam-macam algoritma misal *edge detection*, atau algoritma *image processing* lainnya. Data yang didapatkan dari langkah *tracking* digunakan dalam rekonstruksi sistem koordinat di dunia nyata. Contoh penerapan AR digambarkan dalam Gambar 2, marker berupa kotak hitam dengan teks AR di bagian tengah, ketika diarahkan ke webcam maka memunculkan objek 3D struktur kepala manusia.



Gambar 2.3 Contoh penerapan AR dalam edukasi
Sumber: Mullen (2011)

Menurut penjelasan Haller, Billinghurst, dan Thomas (2007), riset *Augmented Reality* bertujuan untuk mengembangkan teknologi yang memperbolehkan penggabungan secara real-time terhadap *digital content* yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memperbolehkan pengguna melihat objek maya dua dimensi atau tiga dimensi yang diproyeksikan terhadap dunia nyata.

Ada dua langkah dalam proses aplikasi *Augmented Reality*, yaitu:

1. Aplikasi perlu menentukan keadaan dunia nyata saat ini dan menentukan keadaan dunia maya saat ini.
2. Aplikasi perlu untuk menampilkan dunia maya dalam *registration* (pendaftaran) dengan dunia nyata dengan cara yang akan menyebabkan peserta untuk merasakan elemen dunia maya sebagai bagian dari dunia nyatanya dan kemudian kembali ke langkah 1 untuk beralih ke langkah selanjutnya

Dalam pembuatan sistem *Augmented Reality* membutuhkan:

1. Model 3 dimensi dari objek untuk digabungkan dengan dunia nyata.
2. Korespondensi antara dunia nyata dengan model 3 dimensi melalui kalibrasi.
3. *Tracking* digunakan menentukan sudut pandangan pengguna terhadap dunia nyata.
4. *Real-Time Display* yang digabungkan dengan citra asli dan juga grafik komputer yang dibuat berdasarkan model.
5. Waktu respon terhadap gerakan dan akurasi antara gambar dan grafik sangat mempengaruhi keefektifan sistem

Benda-benda maya menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh pengguna dengan inderanya sendiri. Hal ini membuat realitas tertambah sesuai sebagai alat untuk membantu

persepsi dan interaksi penggunanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata..

2.4.1 *Marker Augmented Reality (Marker Based Tracking)*

Marker biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi marker dan menciptakan dunia *virtual* 3 dimensi yaitu titik (0,0,0) dan tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan *Augmented Reality.*

Gambar 2.4 Metode *Marker Based Tracking*
Sumber: Azuma (2001)

2.4.2 *Markerless Augmented Reality*

Salah satu metode *Augmented Reality* yang saat ini sedang berkembang adalah metode "*Markerless Augmented Reality*", dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital, dengan tool yang disediakan *Qualcomm* untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis *mobile device*, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang *markerless*.

Seperti yang saat ini dikembangkan oleh perusahaan *Augmented Reality* terbesar di dunia total *Immersion* dan *Qualcomm*, mereka telah membuat berbagai macam teknik

Markerless Tracking sebagai teknologi andalan mereka, seperti *Face Tracking, 3D Object Tracking, dan Motion Tracking*.

Secara umum prinsip kerja *Augmented Reality* adalah sebagai berikut :

1. Kamera menangkap (*capture*) koordinat marker dari dunia nyata dan mengirimnya ke komputer
2. *Software* dalam komputer mencari setiap frame video dari semua bentuk marker
3. Jika semua marker telah ditemukan, komputer akan memproses secara matematis posisi relatife dari kamera ke kotak hitam (*black square*) yang terdapat pada marker
4. Pada saat posisi kamera sudah diketahui, maka model obyek 3D akan digambarkan pada posisi yang sama
5. Model obyek 3D akan ditampilkan pada marker yang berada didunia nyata.

2.5 Sensor Kamera 3 Dimensi

Kamera akan mengubah sebuah objek di dunia dalam bentuk gambar tertentu. kamera analog akan mentransfer film plastik dan kamera digital akan transfer ke adegan piksel. Kegiatan ini akan sangat tergantung pada unsur-unsur utama dan kamera yang sensor. Mengenai jenis sensor, kamera terdiri dari sensor CCD (*Charge Couple Device*) dan sensor CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*). CCD akan membentuk piksel dan gambar matriks dengan shift register, sedangkan CMOS juga akan hal yang sama tetapi dilengkapi baris decode dan matriks kolom yang membuat setiap piksel yang lebih terstruktur dan efisien untuk sistem penyimpanan.

Secara umum sensor di defenisikan sebagai jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus

listrik (Musbikhin, 2011). Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya (Petruzella, 2001).

Manusia telah bereksperimen dengan sensor dari berbagai jenis setidaknya sejak abad ketiga sebelum masehi, ketika Philo dari Bizantium membangun perangkat yang mampu menunjukkan berapa banyak udara yang mengembang akibat perubahan suhu. Pada abad ketujuh belas, astronom Italia dan fisikawan Galileo Galilei sedang membangun versi pertama dari termometer. Beberapa dekade kemudian pada tahun 1784, seorang insinyur Inggris bernama George Atwood telah dirancang accelerometer pertama, alat untuk menunjukkan kebenaran Fisika Newtonian sampai ditemukan kembali pada akhir abad kedua puluh sebagai gadget yang mampu beberapa aplikasi (yang fungsi auto-rotate pada smartphone dan tablet perangkat tergantung pada accelerometers).

Sensor adalah suatu piranti yang mengindera (sense)/mendeteksi adanya perubahan besaran fisik/kimia. Piranti yang merubah besaran fisika/kimia menjadi besaran listrik (sinyal elektrik) disebut transduser (Andrianto; 2013:200).

Kinect merupakan alat input dengan teknologi sofware yang dikembangkan oleh Rare, sebuah perusahaan game dibawah Microsoft Game Studios milik Microsoft. Kinect digunakan untuk Video Game X Box 360 dan PC dengan sistem operasi Windows. Dulunya Kinect ini diketahui adalah project Natal. Menurut Metcalf (2009) Kinect adalah suatu teknologi yang membuat user dapat berinteraksi secara natural dengan komputer tanpa menggunakan controller. Dengan kata lain user, dapat melakukan suatu pengoperasian komputer hanya dengan menggunakan gerakan tangan atau gerakan tubuh lainnya.

Kinect memiliki fitur-fitur yang meliputi kamera RGB, depth sensor atau sensor kedalaman, dan multi-array michrophone. Dari fitur-fitur tersebut, depth sensor merupakan fitur yang berperan dalam membedakan Kinect dengan kamera. Depth sensor digunakan untuk mendapatkan data sebuah area dalam bentuk 3D tanpa memperdulikan kondisi cahaya pada area tersebut.

Sensor Kinect berdasarkan pada optical lenses dan juga sensor Kinect memiliki beberapa kekurangan, sensor Kinect dapat bekerja dengan baik pada kondisi sebagai berikut (David, 2012):

- *Horizontal viewing angle*: 57º
- *Vertical viewing angle*: 43º
- Jarak terbaik untuk user menggunakan Kinect adalah 1.2 meter sampai 4 meter.
- *Depth range*: 400mm (*near mode*) sampai 8000mm (*standard mode*)
- Suhu 5º sampai 35º Celcius (41º sampai 95º Fahrenheit)

2.5.1 RGB Camera

RGB berfungsi untuk pengenalan wajah dan fitur deteksi lainnya dengan mendeteksi tiga komponen warna yaitu *Red*, *Green*, dan *Blue*. Microsoft menamakannya "RGB Camera" dengan karena ditujukan pada tiga komponen warna tersebut. Kamera RGB ini mirip dengan *webcam*, yang dapat menangkap video pada resolusi 640 x 480 dengan warna 32bit pada 30 *frames per second* (Fps). Beberapa resolusi dan frame standard yang dapat digunakan Kinect :

- Resolusi 640 x 480 Fps30 dengan format RGB
- Resolusi 1280 x 960 Fps12 dengan format RGB
- Resolusi 640 x 480 Fps12 dengan format RAW
- Resolusi 640 x 480 Fps15 dengan format YUV

2.5.2 *Depth Sensor*

Depth sensor terdiri atas kombinasi dari infrared laser projector dan monochrome CMOS sensor yang mengambil data

video dalam 3 dimensi tanpa memperdulikan kondisi cahaya (Klug, 2010).

Infrared pada Kinect tidak dapat dilihat secara kasat mata serta tidak berbahaya bagi tubuh manusia. Infrared mengirimkan ribuan sinar yang memantul untuk mengetahui objek yang ada didepannya (Mathe, 2011).

Sinar yang dihasilkan oleh infrared inilah yang ditangkap oleh kamera monochrome CMOS sensor dan mengukur waktu sinar yang ada setelah terpantul oleh objek yang ada di depannya. Hal ini memungkinkan Kinect untuk memetakan gambar 3 dimensi yang ada didepannya sampai kedalaman satu centimeter dan tiga milimeter untuk lebar dan tinggi (Carmody, 2010).

2.5.3 *Skeletal Tracking*

Skeletal tracking adalah fitur yang disediakan oleh Kinect SDK, fitur ini dapat melacak titik sendi utama tubuh manusia. Skeletal tracking ini tidak lepas dari penggunaan depth sensor. Depth sensor yang memetakan objek-objek berdasarkan jarak yang akan dibandingkan dengan data hasil training sebelumnya. Data *training* tersebut dibuat menggunakan 100.000 frame gambar manusia yang diambil dari posisi yang berbeda-beda pada saat berdiri, oleh karena itu ketika pada saat duduk, Kinect tidak dapat mendeteksi kaki manusia tersebut (Aron, 2011).

2.6 Kalibrasi

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen pengukur atau sistem pengukuran atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu (Caciotta, 2008). Dari hasil kalibrasi diperoleh nilai kebenaran konvensional dari suatu alat ukur dan ketidakpastiannya.

Menurut ISO/IEC Guide 17025 (2005) kalibrasi adalah kegiatan yang menghubungkan nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur dengan nilai-nilai yang sudah diketahui tingkat kebenarannya (yang

berkaitan dengan besaran yang diukur). Nilai yang sudah diketahui ini biasanya merujuk ke suatu nilai dari kalibrator atau standar, yang tentunya harus memiliki akurasi yang lebih tinggi daripada alat ukur yang di-tes (biasa disebut unit under test atau UUT) (Ibnu, 2004)

Proses Kalibrasi Secara Umum (Brady, 1999) :

Rangkaian kegiatan kalibrasi secara sederhana dapat digambarkan sebagaikegiatan persiapan kalibrasi, pelaksanaan kalibrasi, perhitungan data kalibrasi, penentuan ketidakpastian dan penerbitan laporan kalibrasi.

a. Persiapan kalibrasi

- Persiapan alat standar dan alat yang dikalibrasi

Alat yang akan dikalibrasi dan alat standar dikondisikan pada kondisi yang sama sesuai metode kalibrasi, hal ini diperlukan untuk menghindarkan perbedaan hasil ukur akibat pengaruh lingkungan.

- Pelaksan Kalibrasi

Pelaksana kalibrasi harus dipilih orang yang mengerti tentang kalibrasi yang akan dilaksanakan,misalnya telah pernah mengikuti kursus kalibrasi, telah berpengalaman dibidangnya, dan dalam hal tertentu memerlukan persyaratan latar belakang pendidikan atau persyaratan fisik tertentu (misalnya tidak boleh buta warna). Hal ini diperlukan untuk menghindari kesalahan pengambilan data ukur.

- Kondisi lingkungan kalibrsi

Kondisi lingkungan kalibrasi harus diatur sedemikian sesuai persyaratan metode kalibrasi umpama suhu dan kelembaban. Tidak selamanya kalibrasi harus dilakukan pada ruang yang terkondisi dengan ketat. Pengkondisian lingkungan kalibrasi biasanya dilakukan untuk kalibrasi peralatan yang mudah berubah akibat pengaruh suhu, kelembaban, getaran, cahaya, dan sebagainya.

- Metode kalibrasi

Metode kalibrasi dapat mengacu kepada metode standar internasional maupun metode standar lainnya semisa; text book, jurnal, buletinm dan 4 manual peralatan, namun perlu diperhatikan bahwa acuan tersebut harus merupakan publikasi yang diakui masyarakat luas. Selain itu dari beberapa pilihan metode kalibrasi dapat dipilih metode yang mudah dilaksanakan, karena sulitnya mengikuti metode kalibrasi dapat berakibat kesalahan dalam pengambilan data kalibrasi.

Kalibrasi biasa dilakukan dengan membandingkan suatu standar yang terhubung dengan standar nasional maupun internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi (Bassett, 1991). Prinsip kalibrasi alat ukur volume dilakukan dengan mengukur bobot suatu volume air destilata yang dikeluarkan oleh alat ukur volume. Bobot ini kemudian dibandingkan dengan bobot jenis air pada suhu pengukuran volume tersebut dilakukan, sehingga dapat ditentukan nilai ketepatannya. Kalibrasi alat ukur volume dilakukan untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu perangkat pengukuran volume agar sesuai dengan besaran dari standar yang digunakan dalam akurasi tertentu (Keenan, 1991).

2.7 ***Sandbox Augmented Reality***

Sandbox Augmented Reality atau bisa disebut dengan *AR Sandbox* pertama kali dikembangkan oleh UC Davis, California menggabungkan kekuatan eksplorasi untuk memajukan pembelajaran (Singer et al., 2006) melalui pengalaman kinestetik di mana pengguna membuat model topografi dengan membentuk pasir dengan citra digital yang relevan dengan geosains (Reed et al., 2014). Ini menampilkan peta topografi dinamis yang terdiri dari sebuah kotak yang berisi pasir asli, proyektor, dan kamera 3D Microsoft Kinect yang dapat dihubungkan ke sistem komputer.

AR Sandbox menggunakan proyektor komputer dan perangkat input pengindera gerak (mis., Kamera 3D Microsoft

Kinect) yang dipasang di atas sekotak pasir. Pengguna membentuk pasir di dalam kotak, dan kamera mendeteksi jarak ke pasir di bawah. Model tiga dimensi (3-D) dari permukaan pasir digunakan untuk memproyeksikan garis kontur dan peta ketinggian berkode warna yang mewakili topografi yang sesuai ke permukaan pasir. Saat pengguna memindahkan pasir, kamera merasakan perubahan, dan warna yang diproyeksikan serta garis kontur berubah sesuai.

Ketika kamera merasakan objek (seperti tangan) pada ketinggian tertentu di atas permukaan pasir, hujan virtual muncul di bawah objek sebagai biru yang secara dinamis mengubah tekstur pada pasir. Model simulasi aliran menggerakkan air melintasi lanskap sesuai dengan hukum gerak dan kondisi batas yang disediakan oleh bentuk pasir. Air virtual perlahan menghilang ketika simulasi menghitung infiltrasinya ke dalam tanah, atau dapat dikeringkan dengan cepat dengan menekan tombol fisik atau kunci komputer.

Pasir dilapis oleh proyeksi digital garis kontur dan peta ketinggian warna. Data dapat dikirim melalui kamera 3D Microsoft Kinect ke Ubuntu (sistem 76 2018; UC Davis 2016) atau GrassGIS (NCSU GeoForAll Lab 2016) dan ke dalam program perangkat lunak yang menampilkan informasi ke pasir melalui proyektor. Pengguna dapat memanipulasi pasir dan secara simultan mengamati perubahan waktu nyata dari peta ketinggian dan garis kontur yang diproyeksikan ke pasir. Dengan kata lain, pengguna membentuk pasir nyata yang kemudian ditambah secara real time oleh garis kontur, peta warna ketinggian, dan air simulasi. Dengan memegang tangan di bawah kamera 3D Kinect, pengguna dapat menambahkan air virtual ke permukaan pasir yang mengalir di atas permukaan nyata pasir dengan simulasi air waktu nyata (Kreylos et al. 2016).

Lebih dari 150 laboratorium di seluruh dunia memasang dan menggunakan kotak pasir AR di berbagai bidang dalam pendidikan dan praktik (Kreylos et al. 2016). Kotak pasir AR dapat mengajarkan banyak konsep geografis kepada pengguna

seperti membaca dan menafsirkan garis kontur dan peta topografi, banjir dan pembentukan daerah aliran sungai dan juga dapat digunakan dalam persiapan kunjungan lapangan dan perencanaan jejak (Kreylos et al. 2016).

Dalam studi perencanaan jejak dan kotak pasir, Petrasova et al. (2015) memanfaatkan lanskap nyata (NCSU GeoForAll Lab 2016) untuk menghitung rute yang dioptimalkan antara beberapa titik jalan. Mereka menghitung rute paling murah antara jumlah titik jalan yang dipilih yang dianggap sebagai nilai kemiringan tertentu, biaya konstruksi, estetika dan tampilan menggunakan analisis jaringan, GrassGIS (GRASS GIS 2018). Mirip dengan Petrasova et al. (2015), dalam desain penelitian ini, derajat kemiringan telah dihitung dan beberapa kriteria seleksi untuk titik arah telah dipertimbangkan dalam memilih studi kasus seperti variabel estetika dan lingkungan.

2.8 Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau suatu pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan pembelajaran di kelas. Model tersebut merupakan pola umum perilaku pembelajaran untuk mencapai kompetensi/tujuan pembelajaran yang diharapkan. Model pembelajaran adalah pola interaksi siswa dengan guru di dalam kelas yang menyangkut pendekatan, strategi, metode, teknik pembelajaran yang diterapkan dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar. Dalam suatu model pembelajaran ditentukan bukan hanya apa yang harus dilakukan guru, akan tetapi menyangkut tahapan-tahapan, prinsip-prinsip reaksi guru dan siswa serta sistem penunjang yang disyaratkan

Menurut Arends (dalam Suprijono 2013) model pembelajaran mengacu pada pendekatan yang digunakan termasuk di dalamnya tujuan-tujuan pembelajaran, tahap-tahap dalam kegiatan pembelajaran, lingkungan pembelajaran dan pengelolaan kelas. Menurut Joice dan Weil (dalam Isjoni 2013)

model pembelajaran adalah suatu pola atau rencana yang sudah direncanakan sedemikian rupa dan digunakan untuk menyusun kurikulum, mengatur materi pelajaran, dan memberi petunjuk kepada pengajar di kelasnya. Sedangkan menurut Istarani (2011) model pembelajaran adalah seluruh rangkaian penyajian materi ajar yang meliputi segala aspek sebelum, sedang dan sesudah pembelajaran yang dilakukan guru serta segala fasilitas yang terkait yang digunakan secara langsung atau tidak langsung dalam proses belajar.

Menurut Amri (2013) model pembelajaran kurikulum 2013 memiliki empat ciri khusus yang tidak dimiliki oleh strategi, metode atau prosedur. Ciri-ciri tersebut yaitu:

1. Rasional teoritik logis yang disusun oleh para pencipta atau pengembangnya.
2. Landasan pemikiran tentang apa dan bagaimana siswa belajar (tujuan pembelajaran yang akan dicapai).
3. Tingkah laku mengajar yang diperlukan agar model tersebut dapat dilaksanakan dengan berhasil.
4. Lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran itu dapat tercapai.

Dalam pembelajaran yang efektif dan bermakna peserta didik dilibatkan secara aktif, karena peserta didik adalah pusat dari kegiatan pembelajaran serta pembentukan kompetensi dan karakter. Model pembelajaran sangat erat kaitannya dengan gaya belajar peserta didik dan gaya mengajar guru. Usahaguru dalam membelajarkan peserta didik merupakan bagian yang sangat penting dalam mencapai keberhasilan tujuan pembelajaran yang sudah direncanakan.Oleh karena itu pemilihan berbagai metode, strategi, teknik maupun model pembelajaran merupakan suatu hal yang utama.

Dari pendapat ahli diatas, peneliti menyimpulkan bahwa model pembelajaran adalah suatu pola atau perencanaan yang di rancang untuk menciptakan pembelajaran di kelas secara efektif

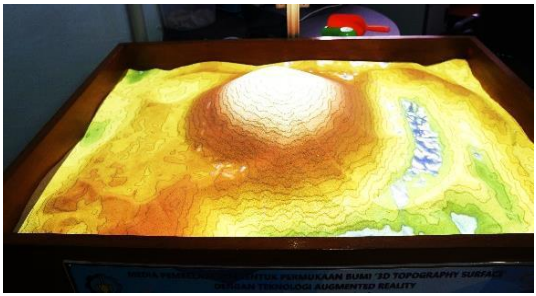
dan efisien untuk mencapai tujuan pembelajaran. Model pembelajaran dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas. Model-model pembelajaran memiliki banyak variasi, salah satunya model *Explicit Instruction*.

Dalam pembelajaran memiliki beberapa variasi model yang dapat diterapkan. Majid (2013) menyatakan terdapat 5 model pembelajaran yang dapat diterapkan yaitu:

1. Belajar tuntas (mastery learning)
2. Belajar kontrol diri (learning self control)
3. Latihan pengembangan keterampilan dan konsep diri (training for skill and concept development)
4. Latihan assertif
5. Pembelajaran langsung (explicit instruction)

2.9 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Top AR – Teknologi *Augmented Reality* Untuk Media Pembelajaran Bentuk Topografi 3 Dimensi Permukaan Bumi" yang dilakukan oleh Cahyono, Deviantari, dan Supradita (2018) dari Departemen Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penelitian yang menghasilkan sebuah karya berupa *prototype* ini membahas tentang bagaimana pentingnya untuk memahami secara kompleks apa saja yang terjadi di bumi yang dipadukan dengan perkembangan teknologi dari sebuah aplikasi teknologi pemodelan bentuk topografi yaitu untuk digunakan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa yang dirasa kesulitan untuk berpikir spasial. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kadaster dan Kebijakan Pertanahan Departemen Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan instruksi lengkap yang ada disitus Oliver Kreylos (https://arsandbox.ucdavis.edu/forums/ topic/complete-installation-instructions/)



Gambar 2.5 Bentuk visualisai permukaan topografi

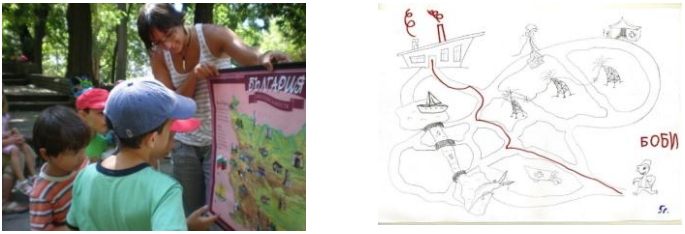
Pada penelitian yang lain juga tentang *Augmented Reality Sandbox* yang membahas tentang kemajuan mengenai *geodesign* oleh Afrozz, Ballal, dan Petit (2018) yaitu integrasi proses desain dengan teknologi baru telah dianjurkan oleh sekelompok sarjana dan teknologi termasuk Bill Miller, seorang arsitek dan insinyur di ESRI dan Carl Steinitz, seorang profesor perancang kota di Universitas Harvard (ESRI 2010). Studi ini adalah salah satu studi empiris pertama yang terkonsentrasi pada implikasi dari kotak pasir AR dalam struktur *geodesign*. Melihat contoh lokakarya geodesign di Sydney, Australia (Pettit et al. 2017) makalah ini mencoba untuk membawa pendekatan yang lebih intuitif dalam melibatkan peserta dalam lokakarya geodesign masa depan dengan mengusulkan kotak pasir *Augmented Reality* (AR). Dengan demikian, fokus makalah ini adalah pada peran sandbox AR sebagai antarmuka ke berbagai komponen proses geodesign. Dengan kata lain, makalah ini mengusulkan dan mengevaluasi pendekatan visualisasi *Augmented Reality Sandbox* untuk mendukung pendekatan kolaboratif *geodesign* yang dapat digunakan dalam lokakarya *geodesign* mendatang.

Teknologi *Augmented Reality Sandbox* juga pernah digunakan penelitian terhadap pendidikan tanggap bencana yang langsung kepada masyarakat saat ini sangat terhubung dengan teknologi oleh Savova. Orang-orang sangat terbiasa didukung

dalam berbagai situasi dan kegiatan oleh mesin dan komputer sehingga mereka menjadi bagian yang tidak terpisahкan dari rutinitas sosial sehari-hari.

Menurut Building Research Institute (BRI) dan Institut Pascasarjana Nasional untuk Studi Kebijakan (GRIPS) (2007) konsep keselamatan bencana harus dimasukkan dalam pendidikan sejak usia dini untuk mencapai tujuan pengurangan bencana yang berkelanjutan. Perlu untuk membangun "budaya baru pencegahan bencana" di masyarakat dan sekolah adalah satu-satunya kesempatan budaya ini diberikan kepada warga negara di masa depan. FEMA (2013) juga berbagi konsep yang sama, mengatakan bahwa kesiapan dan pengetahuan warga adalah praktik terbaik untuk pencegahan dan reaksi yang tepat dalam situasi darurat. Mereka beriklan dekat dengan anak-anak dan peran potensial mereka sebagai influencer menyebarkan informasi tentang kesiapan kepada keluarga mereka.

Studi ini menguji proposisi bahwa keterjangkauan A*ugmented Reality* (interaktivitas, umpan balik sensorik sentuhan, dan tampilan lanskap tiga dimensi) yang disediakan oleh *Augmented Reality Sandbox* (ARS) (Reed et al., 2014) meningkatkan pemahaman pelajar tentang peta topografi dan bila dibandingkan dengan instruksi dan penilaian yang sama untuk menggunakan peta topografi kertas.

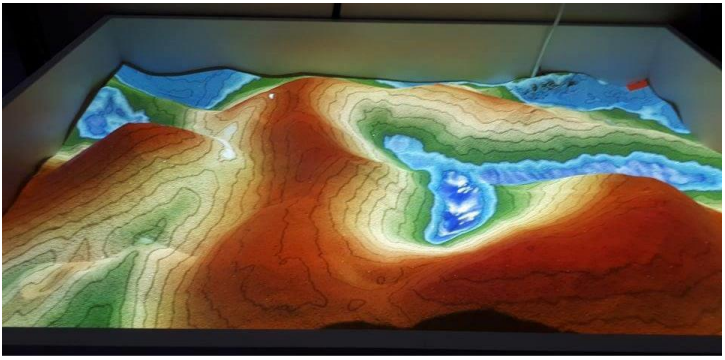


Gambar 2.6 Penjelasan tentang peta kartogradi kepada anak – anak dan peta yang dibikin oleh anak kecil
Sumber: Bandrova & Milanova (2011)

Penelitian yang lainnya oleh Richardson, Sammons, dan Delparte (2017) juga membandingkan hasil bentuk visual dari *Augmented Reality Sandbox* dengan peta konvensional untuk pembelajaran. Peta topografi secara visual menggambarkan bentuk dan ketinggian relatif bentang alam menggunakan serangkaian garis kontur abstrak. Garis kontur mewakili profil bentuk lanskap tiga dimensi (3D) pada permukaan dua dimensi (2D), biasanya ditampilkan di atas kertas atau di layar komputer. Perdebatan tentang dimensi peta ini hanyalah satu komponen yang mempengaruhi kegunaan peta topografi.

Hasil penelitian ini membantah kemampuan spasial sebagai hipotesis penambah dan kompensator, dengan demikian menghapusnya sebagai variabel intervening potensial yang mempengaruhi kinerja siswa selama posttesting dan aktivitas praktik pembelajaran. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa *Augmented Reality Sandbox* lebih efektif daripada peta kertas 2 dimensi tradisional. Pengguna-interaktivitas antara peserta dan *Augmented Reality Sandbox* cenderung berkontribusi pada kinerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan peta topografi.

Pengenalan teknologi baru sangat penting saat ini di semua tingkat pendidikan, dari taman ramah hingga universitas. Perangkat *Augmented Reality* (AR) yang telah dilakukan penelitian juga oleh Theodossiou, Karakatsanis, dan Fotopoulou (2018) telah menyusup dan mengubah praktik pendidikan tradisional dan tampaknya memiliki bidang aplikasi yang luas di beberapa sektor. Bidang pendidikan insinyur, dan lebih khusus Insinyur Sipil, menyediakan bidang aplikasi yang sangat baik dari kontinum realitas-virtualitas ini. Serangkaian perubahan dan peningkatan kemudian dikembangkan oleh penulis untuk menyesuaikan *AR Sandbox* dengan kebutuhan kursus Hidrologi untuk Insinyur Sipil.



Gambar 2.7 *AR Sandbox* yang ada di Aristotle University of Thessaloniki
Sumber: Theodossiou, Karakatsanis, dan Fotopoulou (2018)

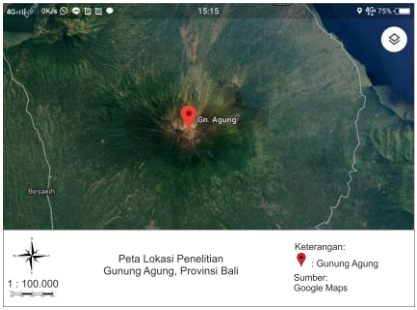
Kotak pasir AR dari Universitas Aristoteles Thessaloniki disesuaikan untuk digunakan oleh siswa yang mengikuti kelas Hidrologi di Departemen Teknik Sipil. Untuk menarik perhatian siswa dari segala usia, guru perlu meningkatkan dan memodernisasi praktik mereka dengan memanfaatkan peluang yang muncul dari pengembangan teknologi baru. Di antara eksperimen yang sebenarnya. Ruang ini dikenal sebagai A*ugmented Reality*. Profesi Teknik Sipil adalah contoh khas aplikasi paralel percobaan dan model simulasi. Inilah sebabnya, sistem *augmented reality* memiliki bidang aplikasi yang sangat luas dalam Teknik Sipil.

Dalam makalah ini Augmented Reality Sandbox dikembangkan di bawah instruksi asli UC Davis tetapi ditingkatkan dan diperluas oleh anggota Universitas Aristoteles Thessaloniki, disesuaikan dengan kebutuhan pendidikan dan penelitian bidang ilmiah Hidrologi untuk Insinyur Sipil. Hasil, tetapi juga komentar dan reaksi dari siswa yang memiliki kesempatan untuk menggunakan perangkat selama kelas Hidrologi mereka, menunjukkan peluang yang muncul dari implementasi teknologi augmented reality di masa depan dalam program studi pendidikan tinggi.

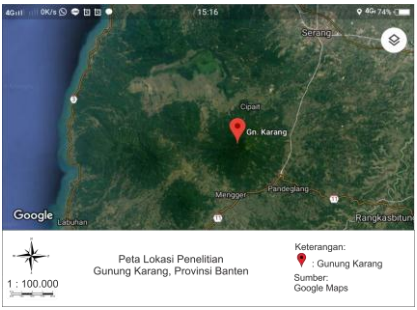
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi dari data DEMNAS dalam penelitian tugas akhir ini berlokasi di Gunung Agung yang terletak di Provinsi Bali, Gunung Karang yang terletak di Provinsi Banten, Gunung Muria yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, Waduk Rawa Pening yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, dan Telaga Ngebel yang terletak di Provinsi Jawa Timur dengan studi kasus mencangkup daerah pegunungan, dataran, dan wilayah pesisir pantai. Dengan lokasi tersebut yang tersebar dipulau jawa maka hasil dari pemodelan bentuk topografi diharapkan bisa sesuai. Dengan koordinat Telaga Ngebel : -7.794799, 111.632125; Waduk Rawa Pening : -7.285687, 110. 435268; Gunung Karang: -6.267405, 106.049029; Gunung Agung : -8.342688, 115.506315; Gunung Muria : -6.617064, 110.890319 Lokasi penelitian ini dapat dilihat pada peta citra yang ada pada Gambar berikut :

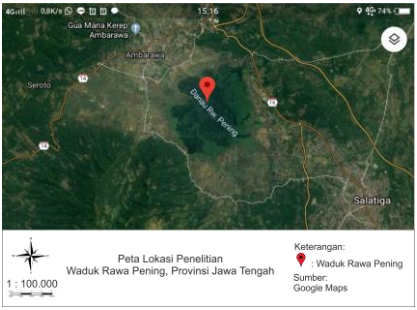


Gambar 3.1 Lokasi penelitian di Gunung Agung, Provinsi Bali



Gambar 3.2 Lokasi penelitian di Gunung Karang, Provinsi Banten

Gambar 3.3 Lokasi penelitian di Gunung Muria, Provinsi Jawa Tengah



Gambar 3.4 Lokasi penelitian di Waduk Rawa Pening, Provinsi Jawa Tengah

Gambar 3.5 Lokasi penelitian di Telaga Ngebel, Provinsi Jawa Timur

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Berikut adalah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. DEMNAS Gunung Agung
2. DEMNAS Gunung Muria
3. DEMNAS Gunung Karang
4. DEMNAS Waduk Rawa Pening
5. DEMNAS Telaga Ngebel

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beberapa hardware dan software sebagai berikut :

a. Perangkat Keras (Hardware)

1. Sensor Kinect Xbox 360 Motion Detecting Camera

Gambar 3.6 Kamera Kinect Xbox 360

2. Projector LCD HDMI MHL 3200 Lumens

Gambar 3.7 Projector BenQ

3. Procecor AMD Dual Core, Nvidia GeForce 1030 seri GTX 2Gb, RAM 4Gb

Gambar 3.8 CPU AMD Dual Core

4. Kotak kayu dan Frame Aluminium

Gambar 3.9 Media kotak kayu dan Frame Aluminium

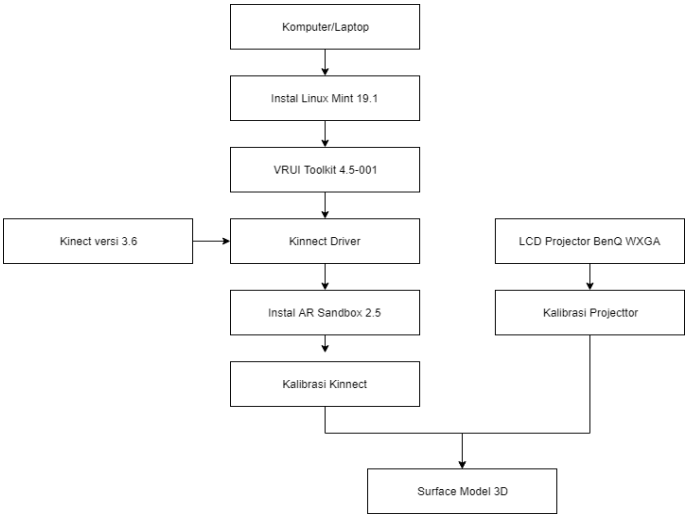
5. Pasir pantai putih

Gambar 3.10 Pasir pantai putih

b. Perangkat Lunak (Software)

1. OS Windows 10 dan Microsoft office 365
2. OS Linux Mint 19.1 Tessa
3. Vrui-4.5-001
4. Kinect-3.6
5. SARndbox-2.5
6. ArcGIS 10.3

3.3 Pembuatan Program



Gambar 3.11 Diagram Pembuatan Program Pemodelan

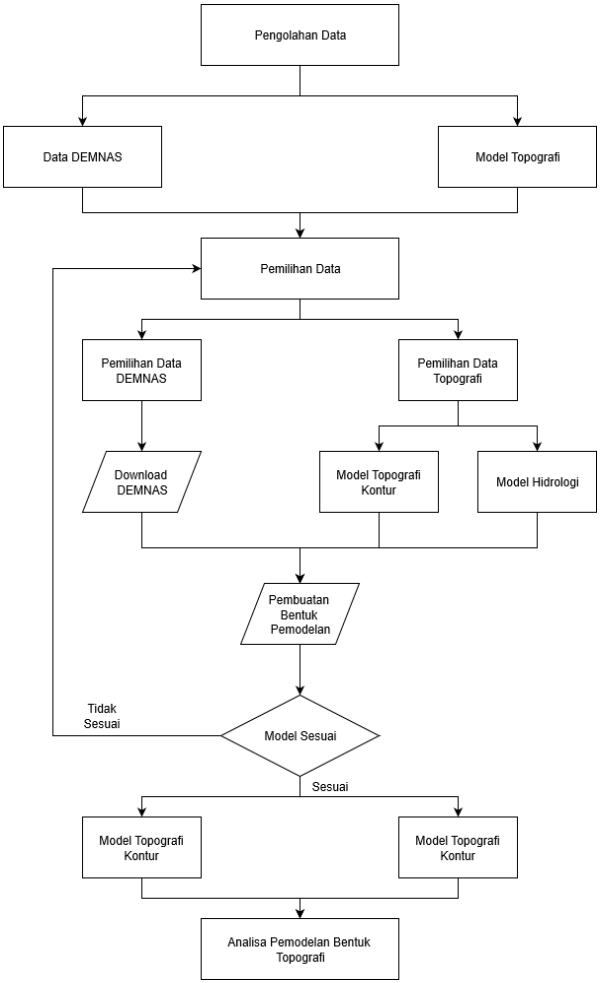
Berikut adalah penjelasan diagram alir tahap pengolahan data :

1.Persiapan komputer/laptop dengan spesifikasi Core-I5 dan RAM 4 serta kartu grafis Nvidia Geforce seri GTX.

2.Instalasi Linux Mint versi MATE 19.1.

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 Kinnect sensor. Selanjutnya lakukan instalasi driver Kinnect.
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 Kinnect dan kalibrasi projectornya. Jika berhasil maka akan didapatkan output berupa penampakan 3 dimensi pada kotak pasir/sandbox.

3.4 Diagram Alir Pekerjaan



Gambar 3.12 Diagram Alir Tahapan Pekerjaan Pemodelan Bentuk Topografi

Adapun penjelasan dari diagram alir tersebut sebagai berikut :

Didalam pengolahan data dibagi menjadi 2 pembahasan yaitu tentang Data DEMNAS dan Model Topografi yang selanjutnya akan dilakukan pemilihan data yang sesuai

A. Pemilihan Data

1. Pemilihan Data DEMNAS

Pada tahap ini data DEM yang digunakan merupakan DEMNAS yang didalamnya ada unsur pegunungan, dataran rendah, dan wilayah pesisir. Tahapan ini juga dilakukan pemilihan terkait data yang akan diolah bentuk dari 2 dimensinya agar sesuai dengan hasil ukuran media yang merepresentasikannya. Selanjutnya dilakukan download data di DEMNAS yang dipakai sebagai data dalam penelitian ini. Dengan lembar yang terkait maka hasil dari bentuk pemodelan akan dapat terlihat hasil yang merepresentasikan bentuk aslinya. Dari hasil analisa data DEMNAS yang akan dibentuk visualisasinya kedalam bentuk 3 dimensi dimaksudkan agar hasilnya dapat semirip mungkin.

2. Pemilihan Data Topografi

Untuk pemilihan data topografi dibagi menjai dua yaitu untuk pemilihan data topografi kontur dan pemilihan data hidrologi. Tahapan ini dilakukan terhadap sebuah pemodelan pada garis kontur yang memiliki parameter bentuk, tidak bercabang, tidak berpotongan, tidak melewati bangunan, dan memiliki kerapatan kontur. Sedangkan pada pemodelan hidrologi terkait

bentuknya yang memiliki siklus hidrologi terkait air, sungai, waduk, danau, dan pesisir pantai.

B. Pembuatan Model

Didalam pembuatan model sendiri setelah data dari DEMNAS didapatkan data tersebut kemudian diolah untuk menjadi sebuah bentuk pemodelan. Jika bentuk model yang dihasilkan sesuai dengan model topografi kontur dan model hidrologi pada aslinya maka akan didapatkan model topografi kontur dan model hidrologi yang akan dibentuk visualisasi 3 dimensinya dengan alat *AR Sandbox*. Pembahasan model kontur agar didapatkan bentuk dari garis kontur yang sesuai pada kaidah kontur yang akan diambil beberapa agar terdapat kesesuaian garis kontur. Pembahasan model hidrologi diharapkan agar aliran yang ada pada siklus hidrologi dapat berjalan dengan semestinya pada hasil pemodelan.

1. Model Kontur

Pada pembahasan model kontur menganalisa tentang hasil kontur yang didapatkan agar sesuai dengan kaidah dalam garis kontur itu sendiri. Model kontur yang diharapkan mengenai garis khayal yang ada dilapangan untuk menghubungkan titik pada ketinggian yang sama. Nilai yang terkandung pada garis kontur akan dianalisa berdasarkan kesesuaian tinggi yang merepresentasikannya. Salah satu contohnya garis kontur + 25 m, artinya garis kontur ini menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian sama + 25 m terhadap tinggi tertentu.

2. Model Hidrologi

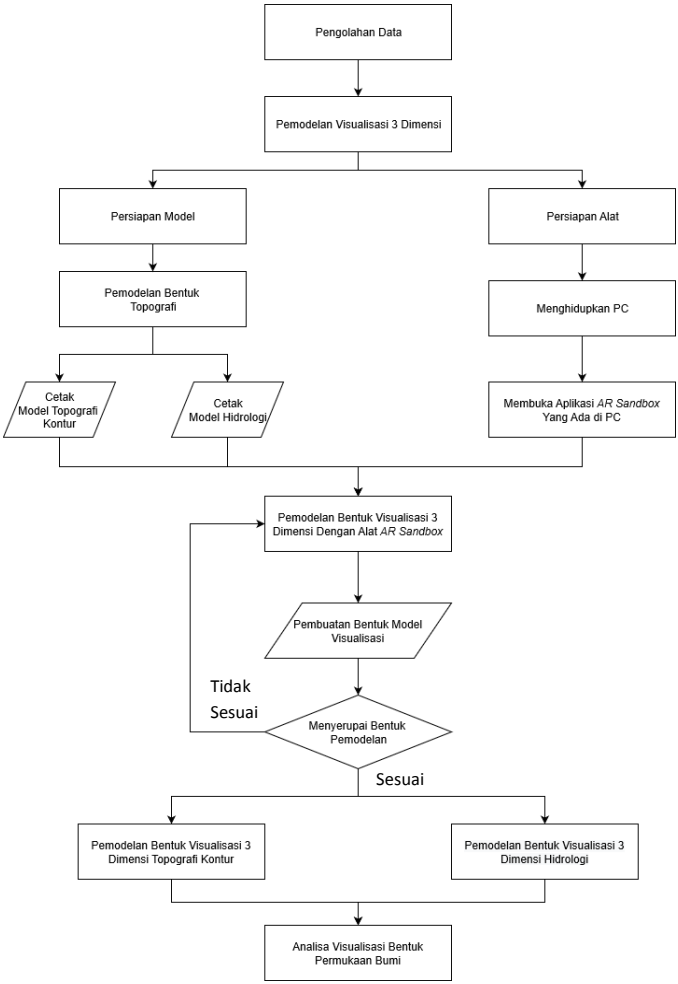
Hidrologi adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air.

Penelitian Hidrologi juga memiliki kegunaan lebih lanjut bagi teknik lingkungan, kebijakan lingkungan, serta perencanaan. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan.

Tahapan ini model hidrologi yang di maksud merupakan model yang secara umum diperlihatkan di peta yaitu danau, waduk, dan pesisir pantai

C. Model Bentuk Topografi

Jika model yang dihasilkan tidak sesuai maka akan kembali lagi ke tahapan pemilihan lokasi yang akan dijadikan model visualisasi. Maka dari itu diharapkan pada pemilihan data agar disesuaikan dengan pemilihan data dari DEMNAS agar dapat menyesuaikan data yang dipilih. Apabila model yang dihasilkan sesuai maka akan didapatkan sebuah model topografi kontur dan juga model hidrologi.



Gambar 3.13 Diagram Alir Tahapan Pekerjaan Visualisasi Bentuk Permukaan Bumi

Dalam penjelasan diagram alir tahapan pekerjaan visualisasi bentuk permukaan bumi penjelasan dari diagram alir tersebut sebagai berikut :

A. Persiapan

Untuk tahapan ini mendapatkan hasil visualisasi bentuk model topogarfi kontur dan hasil visualisasi bentuk model hidrologi pada tahapan awal yang dilakukan adalah persiapan model yang dibagi menjadi:

1. Persiapan Model

Dari data DEMNAS yang akan di bentuk visualisasinya dan juga persiapan alat yang digunakan sebagai alat proses pembuatan bentuk visualisasi 3 dimensi. Pada persiapan model dilakukan proses cetak model yang topografi kontur dan model hidrologi yang ada.

2. Persiapan Alat

Pada persiapan alat dilakukan dengan menghidupkan PC yang kemudian dibuka aplikasi *AR Sandox* yang ada didalamnya.

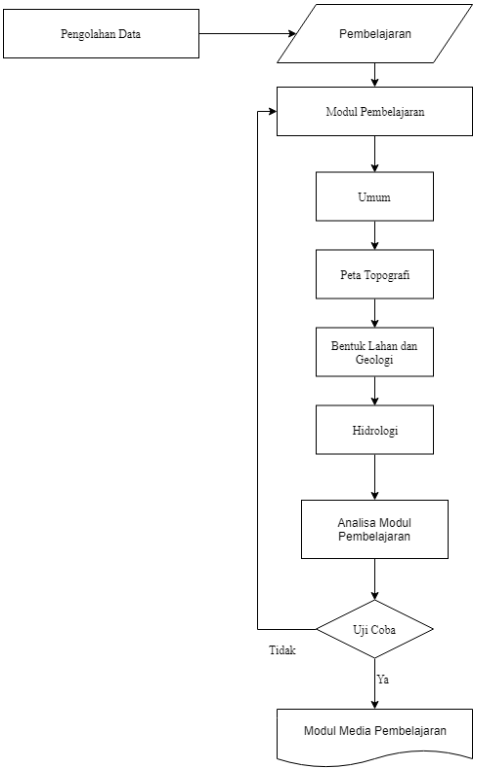
B. Proses Pemodelan

Kemudian jika alat pemrosesan dan juga model bentuk topografi kontur dan juga model bentuk hidrologi sudah siap. Maka, dibuat sebuah bentuk pemodelan visualisasi 3 dimensi. Jika pada hasil yang diharapkan sesuai maka ada didapatkan sebuah bentuk pemodelan 3 dimensi dari pemodelan topografi kontur dan hidrologi yang dilihat dari kesesuaian bentuk antara hasil visualisasi dengan data model bentuk topografi kontur dan juga hidrologi. Jika, hasil yang diharapkan tidak sesuai maka ada didapatkan sebuah bentuk pemodelan 3

dimensi dari pemodelan topografi kontur dan hidrologi akan diproses ulang pada tahapan pembuatan sebuah bentuk pemodelan visualisasi 3 dimensi.

C. Model Visualisasi Bentuk Permukaan Bumi

Hasil yang didapatkan dari proses yang dilakukan agar sesuai maka ada didapatkan sebuah bentuk pemodelan 3 dimensi dari pemodelan topografi kontur dan hidrologi yang dilihat dari kesesuaian bentuk antara hasil visualisasi dengan data model bentuk topografi kontur dan juga hidrologi.



Gambar 3.14 Diagram Alir Tahapan Pembuatan Modul Media Pembelajaran

A. Pembelajaran

1. Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran merupakan satuan program belajar mengajar yang terkecil, yang dipelajari oleh siswa sendiri secara perseorangan atau diajarkan oleh siswa kepada dirinya sendiri.

Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan

Pada tahapan yang akan dimasukan pada modul pembelajaran terkait sebagai berikut:

a. Umum

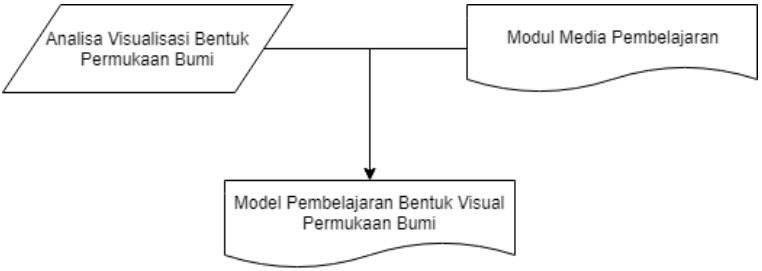
Gambaran umum untuk tahap ini di bidang umum adalah suatu bahan pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh siswa secara mandiri dan penyusunannya harus lah sistematis, menarik, dan jelas. Modul yang secara umum dapat digunakankapanpun dan dimanapun.

b. Peta Topografi

Tahapan modul untuk peta topografi dimaksudkan agar peta topografi tersebut dapat dipelajari secara langsung. Peta topografi merupakan komponen utama dalam pembuatan sistem ini dilihat dari tujuan peta topografi itu sendiri.

c. Hidrologi

Memasukan sub bab hidrologi membuat pengetahuan baru yang dimana itu dapat melihat bagaimana cara pembentukan hidrologi di muka bumi. Hidrologi sendiri tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan di bumi.



Gambar 3.15 Diagram Alir Tahapan Hasil Model Pembelajaran Bentuk Visual Permukaan Bumi

A. Visualisasi Permukaan Bumi

Tahapan ini didapatkan hasil analisa visualisasi dari bentuk permukaan bumi dengan data DEMNAS dan juga analisa terkait model topografi. Bentuk ini menghasilkan bentuk elevasi secara langsung yang dapat dilihat secara 3 dimensi. Didalam tehapan ini kesesuian antara data dan media sangat saling berkaitan.

B. Bentuk Media Pembelajaran

Bentuk yang dimaksud merupakan sebuah bahan ajar yang dapat digunakan untuk proses belajar mengajar. Dengan dimasukannya parameter sesuai dengan kebutuhan, didapatkan keluaran berupa sebuah buku yang akan diperbaharui dikemudian hari. Pembentukan pembelajaran agar meningkatkan sebuah kreativitas baru bagi para siswa dengan didukung dari hasil sendiri.

C. Modul Pembelajaran Visualisasi Bentuk Permukaan Bumi

Hasil dari penelitian ini merupakan sebuah media pembelajaran dari bentuk permukaan bumi. Hasil ini semoga akan menjadi sebuah pembaharuan di bidang pendidikan, terutama bagi para mahasiswa agar mempunyai gagasan baru untuk dunia pendidikan di negara Indonesi. Dengan adanya modul pembelajaran ini pengguna akan dengan mudah untuk mempelajari karakteristik sebuah bentuk permukaan bumi.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Pemodelan

Pada penelitian ini didapatkan data parameter perkiraan hasil pemodelan yang didapatkan dari kamera Kinect 3D dengan nomor seri A00363A23871050A, didapatkan sebuah hasil perkiraan persamaan bidang ruang jarak yaitu:

x * (0.00694853, 0.0495308, 0.998748) = 800.538

Persamaan bidang ruang kamera, yaitu:

x * (-0.0132053, -0.0941307, 0.9954720) = -113.884

Persamaan pada bidang ruang kamera digunakan untuk membuat area rencana dari pada media pemodelan. Rumus yang digunakan pada persamaan bidang diatas merupakan sebuah hasil perhitungan yang terdapat pada rumus dibawah ini.

(plane_normalx, plane_normaly,
plane_normalz), plane_offset

Dari rumus yang ada maka didapatkan keterangan
Plane_normal : Jarak Normal
Plane_offset : Jarak Penyeimbang

Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap luasan 3D dari permukaan pasir. Untuk mengukur luasan 3D pastikan untuk mengukur pada sudut – sudut permukaan pasir yang ada di dalam kotak, mulai dari kiri bawah, dilanjutkan kanan bawah, kemudian

kiri atas, dan terakhir kanan atas. Matriks dari pengukuran yang didapatkan yaitu:

(-57.5524, -42.752, -111.18)

(57.3012, -43.5451, -111.52)

(-57.9675, 43.4135, -110.712)

(53.7839, 42.2896, -109.085)

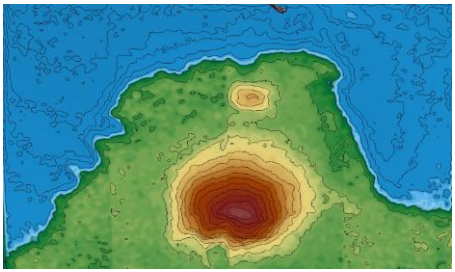
Untuk matrik yang digunakan pada pengukuran luasan bidang 3 dimensi didapatkan sebuah keterangan dari sebuah matrix seperti dibawah ini.

(corner1_x, corner1_y, corner1_z)
(corner2_x, corner2_y, corner2_z)
(corner3_x, corner3_y, corner3_z)
(corner4_x, corner4_y, corner4_z)

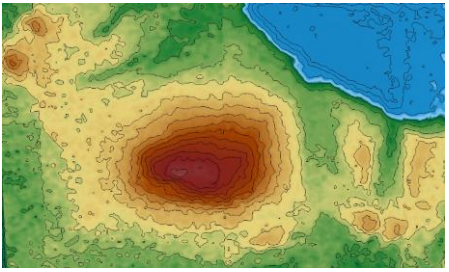
Dengan keterangan bahwa matrik didapatkan dari sudut yang merepresentasikan ujung tempat media pemodelan yang ada.

Secara default, skala tampilan Sandbox AR adalah 1: 100. Satu-satunya komponen yang terpengaruh oleh skala adalah simulasi air; air berperilaku berbeda pada skala yang berbeda. Sisa tampilan adalah skala invarian.

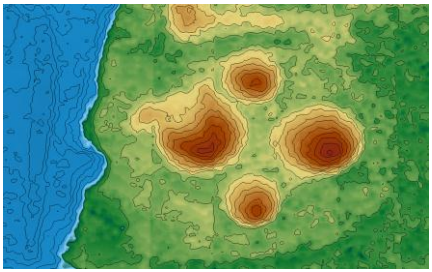
Berikut adalah hasil dari pemodelan yang memiliki parameter dari kamera sensor Kinect 3D dan juga Proyektor seperti di atas:



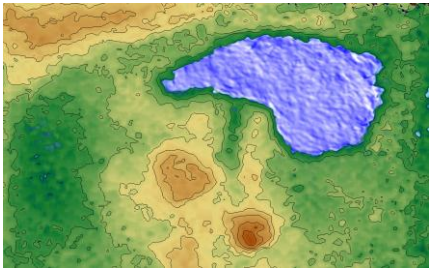
Gambar 4.1 Hasil dari pemodelan topografi Gunung Muria



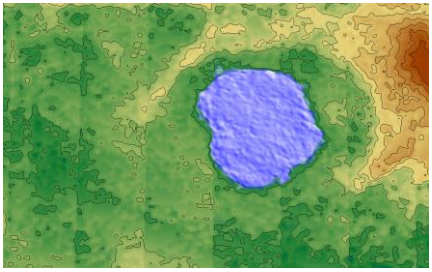
Gambar 4.2 Hasil dari pemodelan topografi Gunung Agung



Gambar 4.3 Hasil dari pemodelan topografi Gunung Karang



Gambar 4.4 Hasil dari pemodelan topografi Waduk Rawa Pening



Gambar 4.5 Hasil dari pemodelan topografi Telaga Ngebel

Untuk hasil dari pemodelan sendiri dari media pemodelan dibuat dengan semirip mungkin dengan data dari DEMNAS. Tetapi ketika garis kontur tersebut yang ditangkap layar terdapat

beberapa ketidaksesuaian dengan data DEMNAS. Ketidaksesuaian tersebut dikarenakan hasil dari pancaran *proyektor* bias dikatakan jauh. Hasil ketidaksesuaian tersebut berlaku jika membuat bentuk pemodelan berupa perbukitan atau pegunungan.

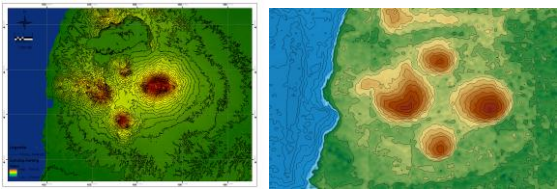
4.1.2 Hasil Pemodelan Garis Kontur

Hasil dari pemodelan garis kontur adalah pemodelan sebuah garis maya perwujudan perpotongan antara suatu benda dengan suatu bidang datar. Maka, hasil yang didapatkan sebagai berikut:

a. Hasil Data DEMNAS Gunung Muria

b. Hasil Pemodelan Kontur Gunung Muria

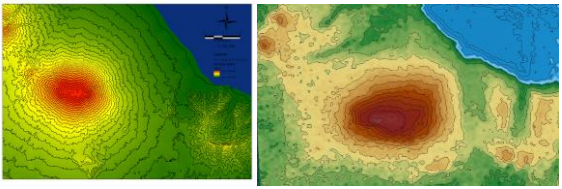
Gambar 4.6 Hasil dari pemodelan kontur topografi Gunung Muria



a. Hasil Data DEMNAS Gunung Karang

b. Hasil Pemodelan Kontur Gunung Karang

Gambar 4.7 Hasil dari pemodelan kontur topografi Gunung Karang



a. Hasil Data DEMNAS Gunung Agung

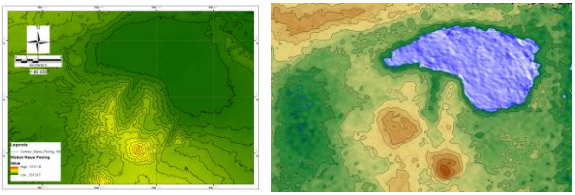
b. Hasil Pemodelan Kontur Gunung Agung

Gambar 4.8 Hasil dari pemodelan kontur topografi Gunung Agung

Diatas merupakan hasil dari pengolahan kontur dengan data DEMNAS yang dijadikan sebagai lokasi penelitian. Garis kontur pada prinsipnya adalah suatu perwujudan dari perpotongan antara suatu benda dengan suatu bidang datar, yang dilihat dari atas.

4.1.3 Hasil Pemodelan Hidrologi

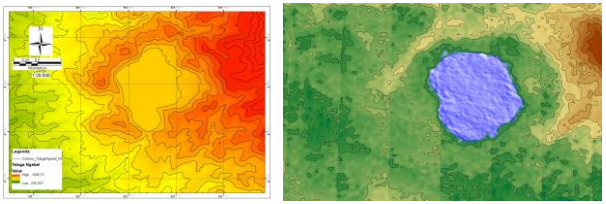
Untuk melihat sebuah pemodelan hidrologi di dalam visualisasi merupakan sebuah pemodelan berupa air yang mengisi sebuah cekungan ataupun yang diturunkan dari ketinggian. Bentuk visual dari air tersebut hanya bisa di panggil melalui perintah yang sudah di aktifkan terlebih dahulu. Hasil dari hidrologi sendiri yaitu dilakukan analisis yaitu untuk memperoleh arah aliran air. Pembahasan hidrologi ini didapatkan aliran akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju ke sistem jaringan sungai, sistem danau, atau waduk. Dalam sistem sungai aliran mengalir mulai dari sistem sungai kecil ke sistem sungai yang besar dan akhirnya menuju mulut sungai atau sering disebut *estuary*, yaitu tempat bertemunya sungai dengan laut.



a.
Hasil Data DEMNAS
Waduk Rawa Pening

b.
Hasil Pemodelan Hidrologi
Waduk Rawa Pening

Gambar 4.9 Hasil dari pemodelan hidrologi
Waduk Rawa Pening



a.
Hasil Data DEMNAS
Telaga Ngebel

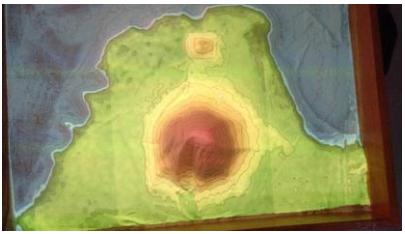
b.
Hasil Pemodelan Hidrologi
Telaga Ngebel

Gambar 4.10 Hasil dari pemodelan hidrologi
Telaga Ngebel

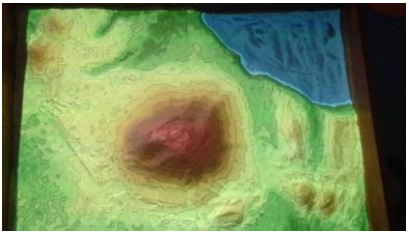
Pada gambar hasil pemodelan hidrologi diatas didapatkan hasil berupa pembuatan sebuah cekungan untuk memvisualkan bentuk danau, waduk, ataupun telaga. Bentuk dari visualisasi air tersebut direpresentasikan sudah berada di laut jika melihat dari perbedaan warna lokasi penelitian tersebut.

4.1.4 Hasil Visualisasi Pemodelan

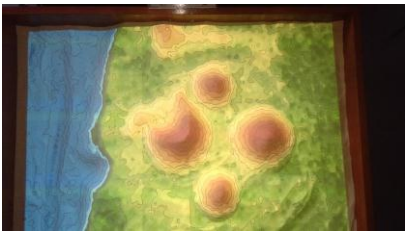
Hasil visualisasi secara keseluruhan merupakan keseuaian saran dari laman resmi *AR Sandbox* yaitu pada jarak antara sensor dengan media yang kali ini menggunakan pasir dengan jarak sekitar 40”. Sedangkan untuk luas dari medianya disarankan ukuran 30” x 40”. Untuk pasirdisarankan penggunaannya merupakan pasir pantai yang sedikit lembab dengan cara ditambahkan segelas air.



Gambar 4.11 Hasil dari vusualisasi pemodelan Gunung Muria



Gambar 4.12 Hasil dari visualisasi pemodelan Gunung Agung



Gambar 4.13 Hasil dari visualisasi pemodelan Gunung Karang

Gambar 4.14 Hasil dari visualisasi pemodelan Waduk Rawa Pening

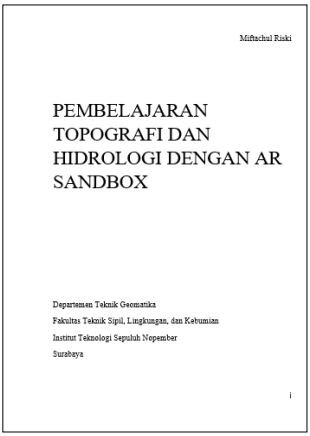
Hasil dari bentuk pemodelan jika dilihat langsung dengan mata garis kontur yang tadi tidak sesuai dirasa sudah sesuai itu dikarenakan karena apa yang dipancarkan *proyektor* merupakan bentuk langsung dari masukan yang ada di komputer.

4.1.5 Modul Ajar

Modul ajar merupakan sebuah hasil bentuk tulisan dari penelitian tentang Top-AR. Modul ajar adalah buku yang digunakan sebagai buku pelajaran dalam bidang studi tertentu, yang merupakan buku standar yang disusun oleh pakar dalam bidangnya untuk maksud-maksud dan tujuan insturksional, yang dilengkapi dengan sarana-sarana pengajaran yang serasi dan

mudah dipahami oleh para pemakainya di sekolah-sekolah dan perguruan tinggi sehingga dapat menunjang suatu program pengajaran.

Dibuatnya modul ajar ini adalah untuk alat pendidikan fleksibel yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi pentingnya air, melalui jalur penyelidikan dalam studi hidrologi, ilmu bumi, dan lingkungan. Harap dicatat bahwa panduan ini ditulis dengan maksud agar fasilitator fokus pada subset kegiatan, berdasarkan pengetahuan latar belakang pengunjung, konteks geografis lokal, peristiwa terkini, dan relevansi dengan kehidupan, pengalaman, dan minat pengunjung. Akan sulit untuk membahas semua topik dalam satu sesi dengan AR Sandbox.


Miftachul Riski

PEMBELAJARAN TOPOGRAFI DAN HIDROLOGI DENGAN AR SANDBOX

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

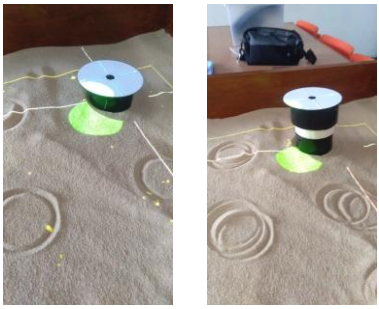
i

Gambar 4.15 Sampul modul ajar

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa Pemodelan

Dari analisa yang didapatkan dari kamera Kinect 3D dengan nomor seri A00363A23871050A, memiliki nilai rms kalibrasi residu yang digunakan sebagai ketelitian sebuah pemodelan dengan hasil yang sesuai.



Gambar 4.16 Proses kalibrasi kamera dan proyektor terhadap media pemodelan

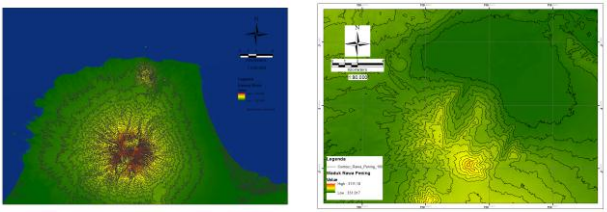
Pada tahapan terakhir untuk medapatkan hasil pemodelan dilakukan kalibrasi terhadap proyektor dan juga kamera 3D untuk mendapatkan nilai RMS dari hasil kalibrasi. Hasil kalibrasi yang didapatkan yaitu:

```
CalibrateProjector: Capturing 60 tie point frames...done
   895.603      57.8824     -625.413     -24796.2
   8.78423      786.928     -657.787     -47204.4
 0.0188861     0.083392    -0.996338     -39.9818
RMS calibration residual: 1.71661
Z range of collected tie points: [-0.0150734, -0.0136211]
topar@AR:~/src/SARndbox-2.6$
```

Gambar 4.17 Hasil kalibrasi kamera dan proyektor terhadap media pemodelan

RMS Calibration Residual: 1.71661

Dari hasil pemodelan yang sudah dilakukan dengan menggunakan data dari DEMNAS didapatkan sebuah analisa yang kemudian diolah dengan aplikasi ArcGIS. Setelah itu dilakukan penggabungan data yang didapatkan jika area yang telah dijadikan lokasi penelitian terdapat pada dua atau lebih lembar DEMNAS. Jika lokasi penelitian sudah tercakup selanjutnya dilakukan pembuatan garis kontur. Garis kontur sendiri dubuat dua garis interval yaitu pada interval 100 dan interval 50 sesuai gambar diatas. Untuk pengaturan skala peta yang dijadikan lokasi penelitian digunakan skala yang mencakup lokasi penelitian saja, diatas merupakan hasil dari pengolahan kontur dengan data DEMNAS yang dijadikan sebagai lokasi penelitian.



a. Layout Gunung Muria

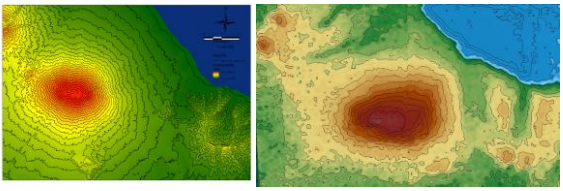
b. Layout Waduk Rawa Pening

Gambar 4.18 Layout dari data DEMNAS

Gambar diatas adalah salah satu contoh hasil dari analisa pemodelan yang didapatkan. Terlihat dari hasil pengolahan data dari DEMNAS masih memiliki kesalahan pada garis kontur yang ada di gambar a, sedangkan di gambar b bentuk dari sebuah cekungan terlihat datar saja.

4.2.2 Analisa Garis Kontur

Dari hasil sebuah pemodelan garis kontur didapatkan sebuah hasil tangkapan layar yang dibuat semirip mungkin kesesuaiannya terhadap hasil dari pengolahan data DEMNAS. Untuk analisa pemodelan garis kontur sendiri seperti contoh gambar berikut ini.



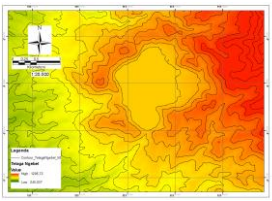
a. Layout DEMNAS Gunung Agung

b. Hasil Pemodelan Gunung Agung

Gambar 4.19 Analisa dari bentuk kontur Gunung Agung

Dari gambar tersebut didapatkan sebuah analisa pembahasan garis kontur berupa hasil yang tidak sesuai pada pemodelan sebuah bukit ataupun gunung, dimana garis kontur tersebut yang ditangkap layar terdapat beberapa ketidaksesuaian dengan data DEMNAS.

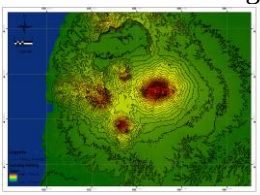
4.2.3 Analisa Hidrologi



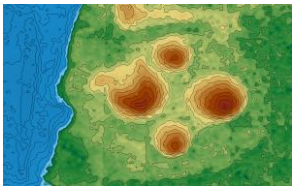
a.
Layout DEMNAS Telaga Ngebel

b.
Hasil Pemodelan Telaga Ngebel

Gambar 4.20 Analisa dari bentuk hidrologi Telaga Ngebel



a.
Layout DEMNAS Gunung Karang



b.
Hasil Pemodelan Gunung Karang

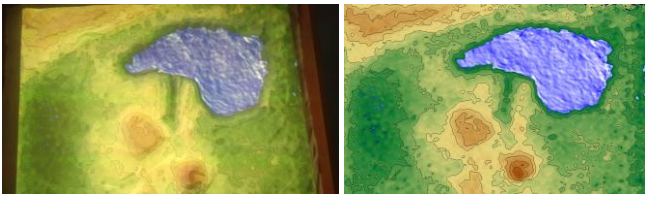
Gambar 4.21 Analisa dari bentuk hidrologi Gunung Karang

Dari hasil analisa hidrologi yang dilakukan dari kedua gambar diatas didapatkan perbedaan ketika pemodelan tersebut tidak di garis pantai seperti gambar pemodelan dari telaga ngebel. Pada pemodelan telaga ngebel untuk melihat hasil dari kesesuaian hidrologi harus diberi cekungan di media pemodelnya sedangkan untuk pemodelan gunung karang yang sebelah barat sudah berhadapan dengan selat sunda pada kondisi aslinya yang dimana tinggal dibuat saja dari garis pantainya. Hal tersebut merupakan

hasil yang sesuai tetapi untuk pembuatan model dari telaga, waduk, ataupun harus diberi sebuah cekungan terlebih dahulu.

4.2.4 Hasil Visualisasi

Hasil analisa dari bentuk pemodelan yang dimaksud adalah kesesuaian antara hasil dari bentuk pemodelan dan bentuk visual di dunia nyata. Tampak hasil dari bentuk visual yang ada seperti gambar dibawah ini.



a. Bentuk Visualisasi Waduk Rawa Pening

b. Bentuk Pemodelan Waduk Rawa Pening

Gambar 4.22 Analisa dari bentuk visualisasi Waduk Rawa Pening

Jika dilihat langsung dengan mata bentuk kontur sesuai dengan bentuk yang dimodelkan tetapi ketika di ambil data berupa tangkapan layar yang tadi ada beberapa garis kontur tidak sesuai. Itu dikarenakan karena apa yang dipancarkan *proyektor* merupakan bentuk langsung dari masukan yang ada di komputer.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat pemodelan topografi dengan media pemodelan *Augmented Reality Sandbox*. Secara default, skala tampilan Sandbox AR adalah 1: 100 (pengukuran dalam cm) Sisa tampilan adalah skala invarian. Menggunakan data dari DEMNAS sebanyak 5 model yaitu berlokasi di Gunung Agung yang terletak di Provinsi Bali, Gunung Karang yang terletak di Provinsi Banten, Gunung Muria yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, Waduk Rawa Pening yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, dan Telaga Ngebel yang terletak di Provinsi Jawa Timur dengan studi kasus mencangkup daerah pegunungan, dataran, dan wilayah pesisir pantai.
2. Pada pemodelan garis kontur memiliki dua penyebab ketidak sesuaian dikarenakan pencaran dari proyektor tidak presisi di tengah media pemodelan dan pada pemodelan pegunungan area yang jauh dari proyektor tertutup oleh bentuk visual dari pegunungan tersebut. Pemodelan hidrologi yang digunakan hanya daerah pesisir pantai dan cekungan berupa waduk, danau, atau tanggul. Jika menggunakan aliran sungai maka media pemodelan tidak bisa merepresentasikan dari hasil pemodelan tersebut terkecuali menggunakan skala pemodelan 1:10.000 sampai 1:50.000 dan terkait data dari DEMNAS tidak bisa direpresentasikan hasil pemodelannya.
3. Dibuat sebuah modul media pembelajaran dengan membuat sebuah pemodelan visualisasi topografi yang dapat lebih

mudah mempelajari bentuk pemodelan permukaan bumi dengan hasil bentuk visual yang menyerupai dengan data dan memperkenalkan kepada pengguna alat pemodelan topografi berbasis *Augented* Reality sebagai sebuah metode ajar yang baru dimana dapat meningkatkan rasa keingintahuan bagi pengguna alat tersebut.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan terkait penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan sebuah pemodelan dengan cara menggunakan skala 1:100.000 dengan mempertimbangkan area yang diteliti.
2. Dilakukan kalibrasi sensor kamera Kinect 360 dengan media pemodelan sebagai media pemodelan agar mendapatkan hasil parameter yang mendekati dan juga nilai RMS yang kecil sehingga dapat mengurangi hasil kesalahan dalam proses visualisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Afrooz, A. Ballal, H. Pettit, C. 2018. Implementing *Augmented Reality Sandbox* in geodesign: A Future For Geodesign. Faculty of the Built Environment. University of New South Wales. Sydney, Australia.

Amri, S. 2013. Pengembangan & Model Pembelajaran Dalam Kurikulum 2013. Prestasi Pustakarya. Jakarta.

Andrianto, H. 2013. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 menggunakan bahasa C (CodeVisionAVR). Bandung. Informatika Bandung.

Arends, R I. 2013. Belajar Untuk Mengajar, Learning to Teach. Jakarta: Salemba Humanika.

Aron, J., Mar. 2011. Microsoft explains the tech behind Kinect. <URL:http://www.newscientist.com/blogs/onepercent/2011/03/microsoft-explains-the-tech-be.html>. Dikunjungi pada 1 Januari 2019, jam 15.15.

Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. Bandung: Penerbit IPB (IPB Press)

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., and MacIntyre, B., 2001. Recent advances in augmented reality. Computer Graphics and Applications, IEEE, vol. 21, no. 6, pp. 34–47.

Bandrova, T., & Milanova, Y. (2011). Cartographic Application on the Base of Children ' s Understanding of Early Warning and Disaster / Crisis Management. In 25th International Cartographic Conference. Paris: The French Committee of Cartography.

Bassett, J. dkk. 1991. Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Brady, J. E. 1999. Kimia Universitas Asas dan Struktur. Binarupa Aksara. Bandung.

Building Research Institute (BRI), National Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS). (2007) Disaster Education. http://www.preventionweb.net/files/3442_DisasterEducation.pdf.

Caciotta, M. 2008. Informative calibration of the instrumentation. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 41(2), pp. 211–218.

Cahyono, A. B., Deviantari, U. W., Supradita, D. 2018. TOP.AR – Teknologi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran bentuk topografi 3 dimensi permukaan bumi. Fakultas Teknik Siil, Lingkungan, dan Kebumian. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Carmody, T., Nov. 2010. How Motion Detection Works in Xbox Kinect. <URL:http://www.wired.com/gadgetlab/2010/11/tonights-release-xbox-kinect-how does-itwork>. Dikunjungi pada 1 Januari 2019, jam 15.18.Joyce, B. dan Weil, M. 1980. Models of Teaching. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Clipffs.

David, C. 2012. Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit. United States of America.

Dibyosaputro, S. 1997. Geomorfologi Dasar (Handout). Fakultas Geografi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik No.13/1970, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1970.

Educause. 2005. 7 Things You Should Know About Augmented Reality, Educase Learning Initiative – advancing learning through IT

innovation.<URL:http://educatuse.edu/eli>. Dikunungi pada tanngal 3 Februari 2019, jam 19.30.

ESRI, 2010. Changing geography by design. Selected readings in GeoDesign. United States of America.

FEMA Individual and Community Preparedness Division. (2013) Youth preparedness: Implementing A Community-Based Program. http://www.fema.gov/media-library-data/.

Fuhrt, B. 2011. Handbook of Augmented Reality. Springer.

Haller, M., Billinghurst, M., B.H. Thomas. 2007. Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design. Idea Group Publishing. United States of America : Idea Group Inc.

Ibnu, M. Shodiq, dkk. 2004. Kimia Analitik 1 Edisi Revisi. Malang: Universitas Negeri Malang.

Isjoni. 2013. Cooperative Learning. Bandung: Alfabeta.

Istarani. 2011. 58 Model Pembelajaran Inovatif. Medan: Media Persada.

ISO/IEC 17025. 2005. Software Engineering Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)

Jihad dan Harris. 2012. Evaluasi Pembelajaran. Yogyakarta: Multi Presindo

Kasmat, Y. 2012. Pengertian Kontur Dan Kemiringan Lereng. <URL:http://kasmatyusufgeo10.blogspot.com/2012/11/pengertian-kontur-dan-kemiringan-lereng.html>. Dikunjungi pada tanggal 5 Januari 2019, jam 23.22.

Keenan, Charles W. dkk., 1991, Ilmu Kimia untuk Universitas Jilid I, Erlangga, Jakarta.

Klug, B., Des 2010. Microsoft Kinect review. <URL:http://www.anandtech.com/show/4057/microsoft-kinect-the anandtechreview/2>. Dikunjungi pada 1 januari 2019, jam 15.23.

Kreylos, O. 2015. The Augmented Reality Sandbox. University of California – UC Davis

http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/index.html

Kreylos, O., Reed, S., Hsi, S., Yikilmaz, M.B., Kellogg, L.H., Schladow, S.G., Segale, H., and Chan, L., 2016. Augmented Reality Turns a Sandbox into a Geoscience Lesson, EOS 97, <URL:https://doi.org/10.1029/2016EO056135>. Dikunjungi pada tanggal 9 Januari 2019, jam 23.22.

Linsley, R.K., dan Franzini, J.B., 1996. Teknik Sumberdaya Air Jilid 2. Erlangga. Jakarta.

Majid, A. 2013. Strategi Pembelajaran. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.

Martha, W. Dan Adidarma, W. 1983. Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi. Bandung: Nova

Metcalf, J., Jun 2009. E3 2009 : Microsoft at E3 Several Metric Tons of Press Releaseapalloza. <URL:http://blog.seattlepi.com/digitaljoystick/2009/06/01/e3-2009-microsoft-at-e3-several-metric-tons-of-press-releaseapalloza/>. Dikunjungi pada 1 Januari 2019, jam 15.28.

Mathe, Z., Mei 2011. Inside Kinect: Skeletal Tracking Deep Dive. <URL:http://www.microsoft.com/download/en/confirmation.aspx?id=26098>. Dikunjungi pada 1 Januari 2019, jam 15.21.

Mullen, T. 2011. Prototyping Augmented Reality. John Wiley&Sons, Inc. Indianapolis.

Musbikhin. 2011. Pengertian Sensor dan Macam-macam Sensor. <URL:http://www.musbikhin.com/pengertian-sensor dan-macam-macam-sensor>. Dikunjungi pada tanggal 3 Februari 2019, jam 20.01.

Pettit, C.J, Hawken, S, Ticzon, C., 2017. Sydney Geodesign Workshop 2016: Developing a framework for

collaborative multi-agency scenario planning, UNSW, Sydney. doi:10.4225/53/5a8dfd09de724.

Petrasova, A., Harmon, B., Petras, V.,and Mitasova, H. 2015. Tangible Modeling with Open Source GIS. Berlin: Springer International Publishing.

Petruzella, F, D,. 2001. Elektronik Industri. Yogyakarta : Andi

Richardson, R., Sammons, D., Delparte, D. 2017. Augmented Affordances Support Learning: Comparing the Instructional Effects of the Augmented Reality Sandbox and Conventional Maps to Teach Topographic Map Skills. Department of Organizational Learning and Performance. Idaho State University. United States

Reed, S., O. Kreylos, S. Hsi, L. Kellogg, G. Schladow, M. B. Yikilmaz, H. Segale, J. Silverman, S. Yalowitz, and E. Sato. 2014, Shaping Watersheds Exhibit: An interactive, augmented reality sandbox for advancing Earth science education, Abstract ED34A-01 presented at Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 15–19 Dec.

Rosana. 2003. Kartografi. (Bahan Ajar). FKIP UNILA. Bandar Lampung.

Sahara, M. 2014. Kajian Kemiringan Lereng Dan Curah Hujan Terhadap Tingkat Kerawanan Longsor Di Kecamatan Pekucen Kabupaten Banyumas. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Geografi. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto

Sastra M., Suparno dan Marlina, Endy. 2005. Perencanaan Dan Pengembangan Perumahan. C.V Andi Offset, Jogjakarta.

Shoimin. 2014. 68 Model Pembelajaran Innovatif dalam Kurikulum 2013. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media

Singer, D. G., R. M. Golinkoff, and K. Hirsh-Pasek. 2006. Play = Learning: How Play Motivates and Enhances

Children's Cognitive and Social-Emotional Growth, Oxford Univ. Press, Oxford, U.K.

Singh, P. V. 1992. Elementary Hydrology. Prentice-Hall Engelwood Cliffs, New Jersey.

Soedibyo. 2003. Teknik Bendungan. Pradnya Paramita, Jakarta.

Soewarno. 2000. Hidrologi Operasional Jilid Kesatu. Penerbit PT. Aditya Bakti. Bandung.

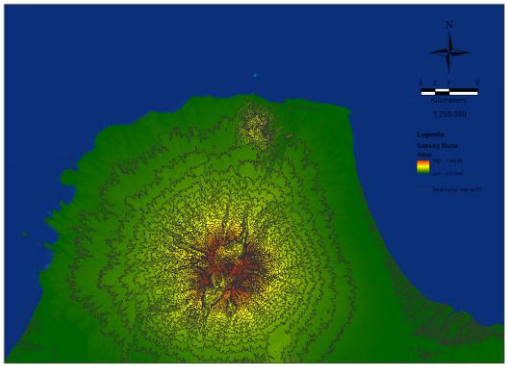
Sugiyanta, I Gede. 2006. "Geomorfologi II" (Buku Ajar). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Suprijono, A. 2013. Cooperative Learning Teori dan Alikasi PAIKEM. Pustaka Pelajar. Yogyakarta

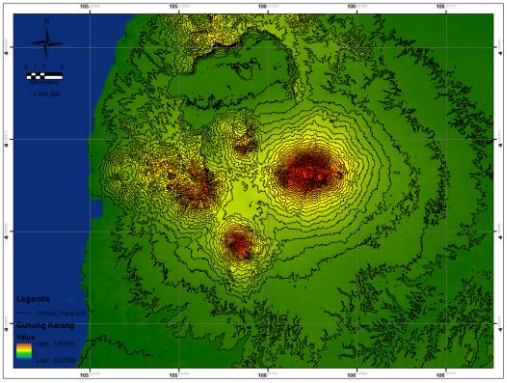
Theodossiou, N., Karakatsanis, D., Fotopoulou, E. 2018. The Augmented Reality As A Tool For The Education Of Hidrology To Civil Engineering Students. Department of Civil Engineering. Aristotle University of Thessaloniki. Greece

LAMPIRAN

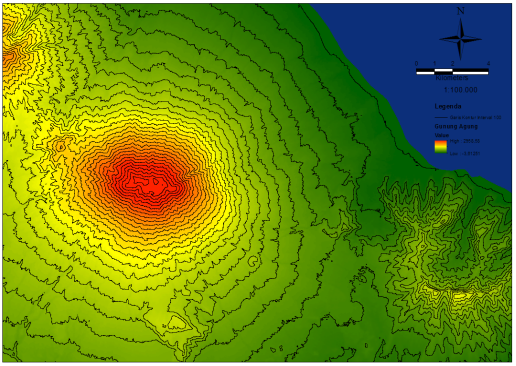
Lampiran 1 Hasil Pemodelan Bentuk Topografi



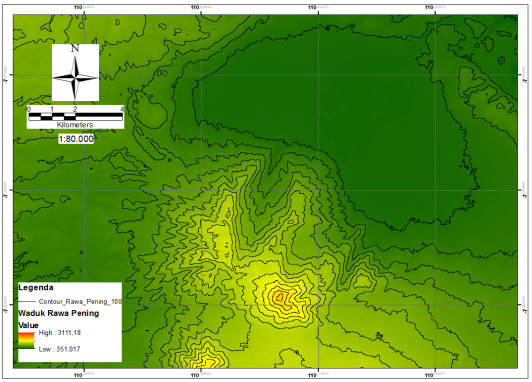
Hasil Data DEMNAS Gunung Muria, Jawa Tengah



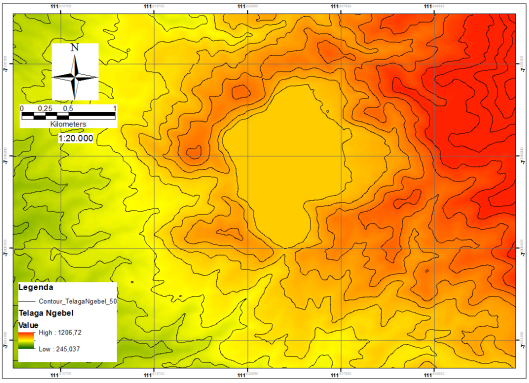
Hasil Data DEMNAS Gunung Karang, Banten



Hasil Data DEMNAS Gunung Agung, Bali



Hasil Data DEMNAS Waduk Rawa Pening, Jawa Tengah



Hasil Data DEMNAS Telaga Ngebel, Jawa Timur

Lampiran 2 Draft Modul Ajar

Miftachul Riski

PEMBELAJARAN TOPOGRAFI DAN HIDROLOGI DENGAN AR SANDBOX

Departemen Teknik Geomatika

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Reality

Teknologi mengenai *reality* atau bisa disebut tentang teknologi tentang realitas secara nyata merupakan sebuah terobosan yang selalu menghasilkan sesuatu yang baru dalam dunia teknologi. Teknologi *Augmented reality, Virtual Reality, dan Mixed Reality* adalah topik yang paling populer di gunakan di dunia teknologi. Teknologi *reality* tersebut mendapatkan perhatian besar dari media dan perusahaan teknologi.

Teknologi *reality* yang ada pada saat ini menyebabkan perubahan pengaruh yang sangat besar dalam semua aspek kehidupan. Perusahaan – perusahaan teknologi dalam skala kecil maupun besar berlomba – lomba untuk menggunakan salah satu ataupun perpaduan dari teknologi *reality* tersebut. Hampir dari semua perusahaan teknologi tersebut menggunakannya dalam pendidikan, hiburan, komunikasi, medis, dan banyak industri lainnya.

1.1.1 Virtual Reality

Teknologi yang membuat pengguna atau pemakai dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan melalui perangkat lunak yang telah digabungkan dengan perangkat keras, sesuatu lingkungan yang sebenarnya adalah bentuk maya dari sebuah lingkungan yang nyata merupaka sebuah penjelasan dari teknologi yang terdapat dalam *Virtual Reality*.

Beberapa sistem haptic canggih sekarang meliputi informasi sentuh, biasanya lebih umum dikenal sebagai daya umpan balik. Para pengguna atau pemakai dapat saling berhubungan dengan suatu lingkungan sebenarnya baik melalui penggunaan alat masukan baku seperti tetikus dan

papan ketik, atau melalui alat multi modal seperti sarung tangan terkabel.

Virtual reality terdiri dari dua kata yaitu virtual dan reality yang berarti maya dan realitas. *Virtual reality* adalah teknologi yang dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer. Dalam teknisnya, *virtual reality* digunakan untuk menggambarkan lingkungan tiga dimensi yang dihasilkan oleh komputer dan dapat berinteraksi dengan seseorang.

Contoh teknologi *virtual reality* yang cukup sederhana adalah Google *Cardboard* karena dibuat menggunakan kertas. Google *Cardboard* ini belum begitu mempunyai banyak fungsi, tetapi dengan menggunakan Google *Cardboard* kita akan merasakan pengalaman *virtual reality* dengan cara menggabungkan smartphone yang memiliki sensor gyroscope dengan Google *Cardboard*.

1.1.2 Augmented Reality

Sedangkan *augmented reality* adalah integrasi informasi digital dengan lingkungan pengguna secara real time. Berbeda dengan *virtual reality* yang menciptakan lingkungan 3D yang benar-benar buatan. Teknologi *augmented reality* menggunakan lingkungan yang ada di dunia nyata kemudian menambahkan informasi baru di atasnya.

Untuk perangkat *augmented reality* yang menyita perhatian adalah perangkat besutan Microsoft yang diberi nama Microsoft *HoloLens*. Perangkat ini berfokus pada penggabungan hologram tiga dimensi yang bersifat augmented reality dengan dunia nyata. Selain itu, *Google Glass* yang berbentuk kacamata yang dibuat oleh Google merupakan kacamata yang menggunakan teknologi augmented reality yang memiliki banyak fungsi.

Teknologi *augmented reality* ini biasanya digunakan pada bidang militer, medis, komunikasi, dan manufaktur. Contoh yang sering digunakan oleh pengguna adalah Google

Translate. Dengan ini, memungkinkan pengguna menerjemahkan kata berbahasa asing yang dilihat menggunakan kamera *smartphone* seperti papan pengumuman atau rambu-rambu.

1.1.3 Mixed Reality

Konsep *mixed reality* pada 1994 dirumuskan oleh Paul Milgram dan Fumio Kishino dalam makalah berjudul "*A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays.*" Dalam makalah ini, mereka memperkenalkan konsep *virtually continuum* yang fokus pada pengkategorian taksonomi pada tampilan belaka. Namun, pada penerapannya kedepan, MR tak sekadar tampilan, tapi juga memasukkan input lingkungan, suara, dan lokasi.

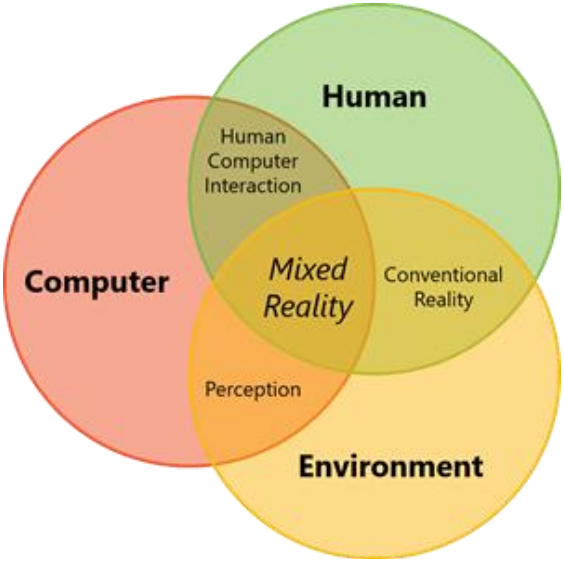


Diagram tentang bagaimana MR melalui tenaga komputer menggabungkan manusia dan lingkungan.
Gambar: Microsoft

Selama beberapa dekade, hubungan antara input manusia dan komputer dikembangkan lagi secara lebih baik. Input manusia terjadi melalui keyboard, mouse, sentuhan, ink, suara, bahkan Kinect tracking. Hubungan keduanya kemudian berinteraksi membentuk persepsi lingkungan (environmental input) dalam bentuk API. Environmental input menangkap berbagai hal yang dilakukan seseorang, mulai dari posisi & lokasinya, permukaan tanah dan pembatas jalan, ambiens lighting, suara lingkungan, dan pengenalan objek.

Secara sederhananya, MR merupakan penggabungan interaksi ketiga input tersebut.

Kembali pada pengertian VR dan AR. Sebagaimana diketahui, teknologi VR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek secara 3D. Interaksi yang terjalin sungguh seperti nyata, ada emosi dan perasaan yang terbawa, selayaknya kita larut menyimak serial tv atau film.

Teknologi augmented reality, di lain sisi, menggabungkan objek 2D dan 3D. Apabila kita menggunakan perangkat pendukung AR, objek-objek itu akan hadir di hadapan kita secara real-time. Untuk bisa melihat objek, Anda harus menggunakan perantara, yakni kamera hp. Contoh AR paling hype adalah gim Pokemon Go yang dirilis 2 tahun lalu. Masih ingat?

Baik teknologi AR maupun VR sudah diterapkan di berbagai bidang, seperti militer, kesehatan, gim, dan pendidikan. Refresh ingatan Anda tentang ini di artikel “Peran AR dalam Retail” atau “Begini Caranya Penggunaan VR untuk Pembelajaran Siswa”, yuk.

Di luar negeri, berbagai perangkat MR besutan merek terkenal sudah bermunculan sejak 2017. Mulai dari Samsung Odyssey, Lenovo Explorer, Dell Visor, hingga yang sudah masuk Indonesia, Acer Windows Mixed Reality.

1.2 Augmented Reality Sandbox

1.2.1 Sejarah *Augmented Reality Sandbox*

Augmented Reality Sandbox adalah hasil dari proyek yang didanai NSF pada pendidikan sains informal untuk danau air tawar dan sains DAS yang dikembangkan oleh Pusat Keck WM untuk Visualisasi Aktif dalam Ilmu Bumi (KeckCAVES) UC Davis, bersama dengan Pusat Penelitian Lingkungan UC Davis Tahoe Lawrence Hall of Science , dan ECHO Lake Aquarium and Science Center .

Proyek ini menggabungkan aplikasi visualisasi 3D dengan pameran kotak pasir hands-on 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 dengan peta warna ketinggian, garis kontur topografi, dan air simulasi. Sistem ini mengajarkan konsep geografis, geologi, dan hidrologi seperti cara membaca peta topografi, makna garis kontur, daerah aliran sungai, daerah tangkapan air, tanggul, dll.

Salah satu tujuan dari proyek ini adalah untuk mengembangkan sistem augmented reality real-time terintegrasi untuk secara fisik membuat model topografi yang kemudian dipindai ke dalam komputer secara real time, dan digunakan sebagai latar belakang untuk berbagai efek grafis dan simulasi. Produk akhirnya mandiri dan ideal untuk digunakan sebagai pameran langsung di museum sains.

Selain itu, proyek ini berupaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan meningkatkan pemahaman dan pengelolaan ekosistem danau air tawar dan proses sains bumi menggunakan visualisasi tiga dimensi (3D) immersif proses danau dan daerah aliran sungai, ditambah dengan stasiun kegiatan sains meja.

1.2.2 Pembuatan *Augmented Reality Sandbox*

Perangkat keras yang disarankan, perangkat lunak yang diperlukan, dan cara mengkalibrasi kotak pasir Anda sebelum digunakan. Kalibrasi dan pengaturan perangkat lunak awal berisi video yang bermanfaat. Pastikan untuk berkonsultasi dengan forum kami untuk bantuan tambahan. Ada juga petunjuk instalasi langkah-demi-langkah , mulai dari PC kosong, di forum dukungan AR Sandbox, termasuk video.

A. KOMPUTER

Komputer yang ideal untuk AR Sandbox adalah PC khusus yang menjalankan versi Linux, dengan tingkat konsumen, misalnya Nvidia GeForce, kartu grafis. PC harus memiliki CPU yang baik, tetapi tidak memerlukan RAM yang besar (2GB cukup untuk menjalankan perangkat lunak AR Sandbox) atau hard drive yang besar (20GB cukup untuk menginstal Linux dan perangkat lunak AR Sandbox). Sementara perangkat lunak AR Sandbox berjalan di bawah Mac OS X, kami sangat merekomendasikan Linux karena instalasi berbasis Linux lebih stabil.

Kami merekomendasikan CPU Intel / AMD terbaru yang menjalankan setidaknya 3GHz, kartu grafis Nvidia GeForce GTX 970, 1060 atau 1070, dan rilis Linux Mint with Mate desktop versi 64-bit saat ini. AR Sandbox mengharuskan driver binary yang disediakan vendor untuk kartu grafis diinstal. Kami menyarankan agar tidak menggunakan kartu grafis AMD / ATI (Radeon), karena driver Linux mereka dapat menyebabkan masalah dengan simulasi air AR Sandbox.

Sandbox AR memiliki dua komponen utama: renderer peta topografi, dan simulasi aliran air. Yang pertama relatif mudah pada CPU dan kartu grafis, dan bekerja pada kebanyakan laptop saat ini atau PC mid-range. Simulasi air,

di sisi lain, memerlukan kartu grafis high-end seperti GeForce GTX 970 yang direkomendasikan atau lebih tinggi. Meskipun simulasi air dapat dinonaktifkan untuk memungkinkan menjalankan AR Sandbox dari komputer kelas bawah, kami tidak menyarankan melakukannya.

Manfaat PC khusus adalah AR Sandbox menjadi alat komputasi. Karena perangkat lunak AR Sandbox tidak memerlukan koneksi Internet langsung, dimungkinkan untuk menginstal perangkat lunak OS dan AR Sandbox, dan kemudian memutuskan komputer dari Internet dan tidak pernah memperbarui sistem operasi atau perangkat lunak AR Sandbox. Perangkat lunak AR Sandbox dapat diatur untuk mulai secara otomatis ketika komputer melakukan boot, dalam hal ini bahkan tidak memerlukan monitor, mouse, atau keyboard. Jika versi terbaru dari perangkat lunak AR Sandbox tersedia, mereka dapat diunggah melalui media yang dapat dilepas.

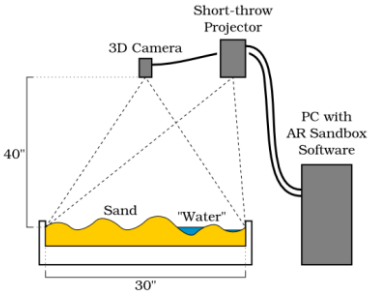
B. PROYEKTOR

Idealnya, proyektor harus memiliki panjang lemparan pendek dan rasio aspek 4: 3 asli agar sesuai dengan bidang pandang kamera Kinect. Resolusi asli proyektor adalah yang kedua; XGA (1024 × 768 piksel) sudah cukup, karena resolusi keseluruhan kotak pasir dibatasi oleh 640 × 480 piksel kamera Kinect. Untuk alasan praktis, proyektor short-throw umumnya memproyeksikan di atas garis tengah, yaitu, tepi bawah gambar yang diproyeksikan muncul di atas bidang horizontal imajiner melalui lensa proyektor. Proyektor yang ideal untuk AR Sandbox adalah proyektor garis tengah, sehingga dapat dipasang langsung di sebelah kamera Kinect. Karena proyektor short-throw centerline jarang dan biasanya sangat mahal, kompromisnya adalah memasang proyektor di atas-centerline di atas tepi panjang belakang kotak pasir, sementara Kinect dipasang di atas pusat kotak pasir (lihat Gambar 1).

Kami sangat menyarankan proyektor dihubungkan ke kartu grafis PC melalui koneksi video digital, yaitu menggunakan port HDMI pada proyektor, dan port HDMI, DVI , atau DisplayPort pada kartu grafis. Koneksi analog, seperti menggunakan port VGA 15-pin pada proyektor, menyebabkan kualitas gambar menurun dan dapat menyebabkan ketidaksejajaran antara gambar yang diproyeksikan dan permukaan pasir.

C. BAK PASIR

Kotak pasir itu sendiri harus memiliki rasio aspek 4: 3, agar sesuai dengan bidang pandang kamera Kinect dan proyektor. Ukuran kotak pasir dibatasi oleh jarak sensor minimum dan maksimum kamera Kinect, dan resolusi kotak pasir yang diinginkan. Karena kamera Kinect sekitar 90 ° bidang pandang, kamera Kinect harus dipasang sekitar setinggi di atas permukaan pasir sebagai kotak pasir lebar. Kamera Kinect harus dipasang langsung di atas titik tengah kotak pasir, tampak lurus ke bawah (lihat Gambar 1).



Gambar 1 : Susunan umum proyektor dan kamera Kinect di atas Sandbox AR 40 ″ x 30 ″ (1mx0.75m). Proyektor pintasan dipasang pada ketinggian yang sama dengan kamera Kinect,

Kami merekomendasikan ukuran kotak pasir 40 ″ x30 ″ atau 1mx0.75m, yang mengarah ke ketinggian pemasangan kamera Kinect sekitar 40 ″ atau 1m. Pada ketinggian ini, resolusi horizontal nominal kamera adalah 1,56mm, dan resolusi horizontal efektifnya cukup tinggi untuk menyelesaikan fitur pada urutan 5mm. Resolusi vertikal pada ketinggian yang sama adalah 2.79mm. Menambah ukuran kotak pasir meningkatkan ketinggian yang diperlukan dari pemasangan kamera / proyektor dengan faktor yang sama, dan tidak hanya mengurangi resolusi horizontal, tetapi juga resolusi vertikal. Dalam kotak pasir 2mx1,5m, misalnya, resolusi horizontal nominal adalah 3,12mm, dan resolusi vertikal turun menjadi 11,16mm (resolusi vertikal kira-kira sebanding dengan tinggi kuadrat).

D. PASIR

Kotak pasir harus diisi dengan pasir hingga kedalaman sekitar 4 ″ atau 10 cm. Pada 40 ″ x 30 ″, ini total 2,77 kaki kubik atau 75dm ^{3} atau 75l pasir, beratnya sekitar £ 198 atau 98kg. Kami merekomendasikan Sandtastik White Play Sand , untuk antara $ 15 dan $ 25 per 25lb, atau total $ 120- $ 200. Pasir Sandtastik memiliki sifat proyeksi yang sangat baik, tetapi sudutnya yang dangkal saat kering. Kami merekomendasikan agar pasir sedikit lembab agar bisa dicetak. Menambahkan 1 gelas atau 0,25 l air ke 198 lb atau 98 kg pasir dan mencampur secara menyeluruh sudah cukup.

Pasir biasa pada dasarnya adalah silika kristalin , terutama dalam bentuk kuarsa . Sementara silika tidak beracun ketika tertelan secara oral, menghirup debu silika yang sangat halus dapat menyebabkan efek kesehatan yang buruk .

Sandtastik play sand yang direkomendasikan tidak, menurut pabrikan , mengandung atau melepaskan debu

silika halus. Alternatif lain seperti Pasir Bulan atau Pasir Kinetik juga tidak boleh dibuat dari pasir aktual, dicampur dengan bahan pengikat, atau diolah dengan polimer. Pasir biasa, seperti dibeli dalam jumlah besar dari toko perangkat keras atau perbaikan rumah, harus dicuci sebelum digunakan untuk mengurangi jumlah partikel debu halus yang terkandung di dalamnya.

E. KONSTRUKSI PERANGKAT KERAS

Membangun kotak pasir itu sendiri, dan memasang kamera Kinect dan proyektor di atasnya dibiarkan sebagai latihan untuk pembaca (lihat Gambar 1 untuk sketsa tata letak kasar). Prototipe kami sendiri AR Sandbox dibuat dari kayu dan beberapa logam. Sandbox yang tepat adalah kayu lapis di atas wheelbase yang kokoh (untuk mobilitas), dipoles dengan murah hati dengan poliuretan untuk membuat kotak pasir itu tahan air dan tahan busuk (Kami menggunakan sedikit air untuk membuat pasir dapat dicetak). Rakitan proyektor dan kepala kamera terbuat dari bilah aluminium, dan seluruh rakitan ditangguhkan di atas kotak pasir dari pipa baja vertikal. Rakitan kepala menawarkan penyesuaian terbatas untuk posisi dan orientasi kamera dan proyektor untuk memungkinkan penyelarasan fisik antara permukaan pasir, bidang pandang kamera, dan gambar yang diproyeksikan. Yang terpenting, proyektor harus berorientasi sedemikian rupa sehingga memproyeksikan sumbu pada permukaan pasir level "ideal". Ini meminimalkan efek distorsi dan masalah fokus.

1.3 Tujuan Belajar

Tujuan pembelajaran ideal adalah alat pendidikan fleksibel yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi pentingnya air, melalui jalur penyelidikan dalam studi hidrologi, ilmu bumi, dan lingkungan. Harap dicatat bahwa panduan ini ditulis dengan maksud agar fasilitator fokus

pada subset kegiatan, berdasarkan pengetahuan latar belakang pengunjung, konteks geografis lokal, peristiwa terkini, dan relevansi dengan kehidupan, pengalaman, dan minat pengunjung. Akan sulit untuk membahas semua topik dalam satu sesi dengan AR Sandbox. Air adalah sumber daya penting untuk semua kehidupan di bumi. Bentuklahan yang ditemukan di permukaan bumi diciptakan oleh berbagai proses seperti erosi, tektonik, dan glasiasi. Ketika air mengalir di permukaan bumi, ia bergerak, menyatu dan menyimpang berdasarkan bentuk bentang alam. Distribusi air yang mengarah ke wilayah yang disebut gudang air memainkan peran penting dalam jenis dan distribusi ekosistem di seluruh dunia.

Kotak pasir adalah alat pendidikan fleksibel yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi pentingnya air, melalui jalur penyelidikan dalam studi hidrologi, ilmu bumi, dan lingkungan. Harap dicatat bahwa panduan ini ditulis dengan maksud agar fasilitator fokus pada subset kegiatan, berdasarkan pengetahuan latar belakang pengunjung, konteks geografis lokal, peristiwa terkini, dan relevansi dengan kehidupan, pengalaman, dan minat pengunjung. Akan sulit untuk membahas semua topik dalam satu sesi dengan AR Sandbox.

Tujuan pembelajaran sains Sebagai hasil dari bermain dengan kotak pasir AR, pengunjung akan dapat memahami konsep-konsep yang dirinci dalam daftar di bawah ini. Hasil akan bervariasi tergantung pada jalur penyelidikan yang diikuti dan usia serta tingkat pengetahuan pengunjung.

- Umum
  »Bentuk permukaan bumi mendefinisikan daerah yang disebut daerah aliran sungai
  »Daerah aliran sungai adalah wilayah daratan yang mengalir ke badan air tertentu
  »Ada berbagai cara di mana daerah aliran sungai berdampak pada ekosistem dan manusia.

- Topografi
  »Memahami konstruksi peta topografi dan penggunaan garis kontur untuk menunjukkan permukaan bumi dalam tiga dimensi
  »Buat model 3 dimensi dari peta topografi

- Hidrologi
  »Memahami bagaimana air bergerak di permukaan bumi dan bagaimana alirannya berhubungan dengan ketinggian dan bentuk permukaan tanah
  »Mengembangkan kesadaran akan daerah aliran sungai tempat mereka tinggal
  »Memahami keanekaragaman bentang alam dan badan air yang ditemukan di planet ini
  »Kembangkan daftar cara untuk menghemat air dan melindungi daerah aliran sungai di rumah atau di sekolah

BAB II
TOPOGRAFI

2.1 Visualisasi Topografi

Visualisasi (Inggris: *visualization*) adalah rekayasa dalam pembuatan gambar, diagram atau animasi untuk penampilan suatu informasi. Secara umum, visualisasi dalam bentuk gambar baik yang bersifat abstrak maupun nyata telah dikenal sejak awal dari peradaban manusia. Contoh dari hal ini meliputi lukisan di dinding-dinding gua dari manusia purba, bentuk huruf hiroglip Mesir, sistem geometri Yunani, dan teknik pelukisan dari Leonardo da Vinci untuk tujuan rekayasa dan ilmiah, dll.

Pada saat ini visualisasi telah berkembang dan banyak dipakai untuk keperluan ilmu pengetahuan, rekayasa, visualisasi disain produk, pendidikan, multimedia interaktif, kedokteran, dll. Pemakaian dari grafika komputer merupakan perkembangan penting dalam dunia visualisasi, setelah ditemukannya teknik garis perspektif pada zaman Renaissance. Perkembangan bidang animasi juga telah membantu banyak dalam bidang visualisasi yang lebih kompleks dan canggih.

Visualisasi adalah suatu bentuk penyampaian informasi yang digunakan untuk menjelaskan sesuatu dengan gambar,animasi atau diagram yang bisa dieksplor,dihitung dan dianalisis datanya. Menurut McCormick (et al., 1987),visualisasi memberikan cara untuk melihat yang tidak terlihat. Beberapa hal yang menyusun terbentuknya visualisasi :

- penggunaan tanda-tanda (signs)
- gambar (drawing)
- lambang dan simbol
- ilmu dalam penulisan huruf (tipografi)
- ilustrasi dan warna

Visualisasi merupakan upaya manusia dalam mendeskripsipkan maksud tertentu menjadi sebuah bentuk informasi yang lebih mudah dipahami. Biasanya pada jaman sekarang manusia menggunakan komputer. Visualisasi berkembang dengan perkembangan teknologi,diantaranya rekayasa, visualisasi disain produk, pendidikan, multimedia interaktif, kedokteran, dll. Pada dasarnya visualisasi digunakan untuk mendiagnosa dan menganalisis data yan ditampilkan agar dapat memprediksi kesimpulan. Beberapa contoh yang bisa mewakili pengertian visualisasi :

1. Denah Mengamati denah rumah atau dalam proses perancangannya perlu sebuah pengambaran tertentu dengan skala yang tepat sehingga orang lain dapat memahami rencana bangunan yang akan dibangun.Denah rumah bisa digambar dengan tangan langsung atau dengan software Visio agar proses pembangunan dapat sesuai dengan denah yang dirancang.
2. Hubspot's grafis Hubspot's grafis membandingkan lima puluh negara bagian dengan rata-rata Grade di Twitter.
3. Grafik Pengambilan Kabar dari Guardian Ini adalah salah satu hari dalam seri mengambil berita dari surat kabar Guardian dalam seminggu, dan secara visual mewakili berbagai rangkaian visualisasi statis.
4. Gambar Rekam Medis Wujud visualisasi kondisi jaringan yang dapat digunakan untuk diagnosa penyakit melalui struktur gambar jaringan makhluk hidup.

2.2 Topografi dalam *Augmented Reality Sandbox*

Pada dasarnya topografi merupakan perbedaan tinggi rendah daerah dipermukaan bumi, baik berupa daerah dataran/landai, bergelombang/berbukit dan pegunungan. Topografi sangat berhubungan dengan kemiringan lereng

serta beda tinggi relatif suatu tempat. Menurut Sastra M., Suparno dan Marlina E. (2005), keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan, atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Lahan yang baik untuk dikembangkan sebagai area perumahan adalah lahan yang relatif landai, memiliki kemiringan lereng yang kecil, sehingga mempunyai potensi pengembangan yang besar.

Dalam *augmented reality sandbox* sendiri topografi yang dimaksud adalah sebuah perbedaan ketinggian yang diukur dari media berupa kotak berisi pasir putih dengan sebuah kamera sensor dari Kinect yang akan di proyeksikan bentuk hasil visualnya dengan sebuah projector ke media pasir sendiri yang akan berubah warnanya sesuai dengan jarak ketinggian media itu sendiri. Hasil dari bentuk visual itu berupa tampilan dari pewarnaan kaidah topografi.

Di dalamnya juga dapat berupa hasil pemodelan visual berupa hidrologi yang bisa menghasilkan sebuah bentukan visual hujan dan genangan air. Hal itu terjadi disebabkan dari Bahasa pemrograman yang sudah ada di dalam *augmented reality sandbox* yang dibuat oleh Oliver Kreylos selaku penemunya.

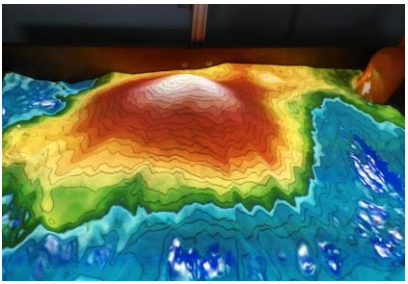
Hubungan antara hidrologi dan topografi merupakan hal yang saling berkaitan di muka bumi karena pada dasarnya hidrologi sendiri mengacu kepada topografi untuk mencapai siklusnya. Oleh karena itu di dalam sebuah

pemodelan *augmented reality sandbox* juga ditampilkan kedua hasil pemodelan itu.

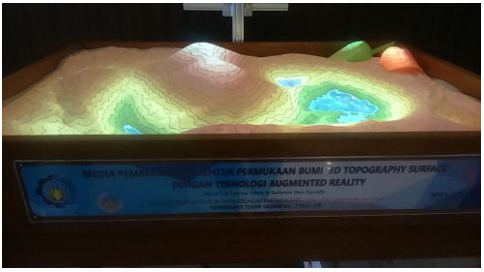
2.3 Langkah pembuatan model topografi

Kegiatan dan dialog yang disarankan untuk penyelidikan penyelidikan dirinci di bawah ini untuk berbagai bidang studi: topografi dan garis kontur; geologi dan bentang alam; dan dampak hidrologi dan manusia. Informasi latar belakang lebih lanjut disediakan di awal setiap bagian dan dalam glosarium. Panduan ini tidak ditulis dengan maksud bahwa fasilitator mencakup semua tujuan atau kegiatan pembelajaran. Alih-alih, ini dirancang agar fasilitator dapat fokus pada subset kegiatan yang ditargetkan. Pilih fokus berdasarkan pengetahuan dasar pengunjung, konteks geografis lokal, peristiwa terkini, dan relevansi dengan kehidupan, pengalaman, dan minat pengunjung.

A. Pertama-tama buka shortcut pemodelan topografi yang ada di desktop layer. Perhatikan bahwa tergantung di mana garis kontur yang dilacak terletak relatif terhadap penglihatan, lengan atau tubuh pengguna mungkin secara tidak sengaja membuat hujan. Setelah itu ubah bentukan media pasir yang ada di kotak maka akan terlihat perubahan warna yang dipancarkan dari proyektor. Kemudian minta pengguna tersebut untuk menunjukkan tempat-tempat lain bahwa warnanya ditemukan di daerah aliran sungai. Selanjutnya, tanyakan pengguna tentang warna berikutnya dalam skala ketinggian (yang lebih rendah dari warna puncak). Bantu pengguna membuat hubungan antara di mana warna diamati dan pola garis



B. Kedua, Anda juga dapat meminta pengguna untuk membaca panel pertama dari grafik kotak pasir untuk menunjukkan bagaimana garis-garis tersebut berhubungan dengan bentuklahan. Jelaskan bahwa garis kontur digunakan untuk menunjukkan seperti apa lanskap itu misalkan gunung dalm grafik pada peta datar.



C. Ketiga, pengguna dapat membaca sebuah papan kecil yang di pasang di rangka kotak pasir, sehingga pengunjung bisa mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang apa yang diproyeksikan di atas pasir.

BAB III
HIDROLOGI

3.1 Visualisasi Hidrologi

Secara umum dalam visualisasi sendiri diperuntukan dalam pembuatan gambar, diagram atau animasi untuk penampilan suatu informasi. Visualisasi hidrologi sendiri digunakan ketika hasil dari pengukuran yan didapat meliputi dari hidrologi itu sendiri. Dalam arti yang lain pembuatan media yang dapat untuk memperjelaskan arti dari hasil pengukuran yang didapatkan dangan secara mudah dan dapat dimengerti.

Menurut (Mc Cormick, 1987) definisi visualisasi adalah metode penggunakan komputer untuk mentransformasikan simbol menjadi geometrik dan memungkinkan peneliti dalam hal mengamati simulasi komputasi yang dapat memperkaya proses penemuan ilmiah sehingga dapat mengembangkan pemahaman yang lebih dalam dan tak terduga. Dari definisi tersebut maka dapat kita simpulkan bahwa visualisasi adalah suatu media perantara untuk penggambaran data secara visual yang lebih interaktif agar mudah dipahami dan menambah pemahaman seseorang ketika melihat suatu data. Visualisai ini sangat berguna dalam berbagai sector bidang, baik di dunia computer, didunia sains, didunia ekonomi pun sangat berguna. Bayangkan saja jika data data numerik tidak disajikan secara visual baik secara diagram maupun grafik, tentu saja kita akan mengalami kesulitan dalam memahami suatu data, bahkan kitapun mungkin dapat mengalami kesalahan dalam memahami suatu data, oleh Karena itu kita

perlu media visual yang dapat menggambarkan suatu data data yang berupa numerik maupun matematik.

Oleh karena itu visualisasi dalam hidrologi dapat mempermudah penggunanya dalam pengolahan data maupun menjadi hasil akhir dari sebuah pengukuran yang telah dilaksanakan. Dalam proses visualisasi hidrologi sendiri terkait kegunaannya sangatlah banyak untuk sebuah proses pengukuran, yang didalamnya sendiri terdapat makna disetiap langkah – langkah untuk menjadikan sebuah bentuk visual.

Dalam perkembangannya di dunia teknologi sendiri memiliki banyak hasil karya yang dapat dikatakan baru dalam hal visualisasi hidrologi. Salah satu contohnya adalah pembuatan Analisa hasil galian yang berdampak pada resapan air tanah. Dalam contoh tersebut digunakannya metode visualisasi hidrologi terkait sebuah benda yang terdapat pada kaidah hidrologi yang berupa air tanah.

3.2 Pemodelan Hidrologi

Penggunaan teknik pemodelan dalam penelitian hidrologi saat ini terlihat sudah sangat berkembang. Penelitian hidrologi, menurut Pawitan (1998) dapat diartikan sebagai pendekatan dalam mempelajari hal-ihwal air dan sumberdaya air berdasarkan konsep daur hidrologi dalam suatu sistem daerah aliran sungai (DAS) dengan komponen-komponen penyusun berupa sistem lahan, sumberdaya air dan tanah, tanaman dan sistem sosialkemasyarakatan. Pendekatan penelitian hidrologi ini dapat dikelompokkan ke dalam tigakategori berikut" (i) penelitian yang menyangkut proses-proses hidrologi# (ii) penelitian sistem hidrologi DAS; dan

(iii) penelitian terapan hidrologi. Istilah “hidrologi DAS”, menurut Singh (2002), didefinisikan sebagai cabang dari hidrologi yang berkaitan denganintegrasi proses hidrologi dalam skala DAS dan sangat menentukan respon DAS.

Model dapat diklasifikasikan menjadi model fisik dan model matematika. Model matematika ada yang dapat diselesaikan dengan solusi analitis, ada yang tidak. Jika asumsi model cukup sederhana maka metode matematika bisa digunakan untuk mendapatkan jawaban yang tepat. Bila solusi analitis sulit didapatkan maka digunakan simulasi. Ada beberapa tujuan penggunaan model simulasi antara lain" (i) mempelajari sistem yangkompleks, misalnya, di mana solusi analitik sistem tidak dapat digunakan, (ii) untuk membandingkan rancangan alternatif untuk sistem yang tidak ada, (iii) untuk mempelajari efek pengubahan pada sistem yang sudah ada, dan (iv) untuk mengusulkan/verifikasi solusi analitik.

Model merupakan representasi atau gambaran tentang sistem (systems), obyek atau benda (objects) dan kejadian (events). Model hidrologi merupakan gambaran sederhana dari suatu sistem hidrologi yang aktual. Model hidrologi biasanya dibuat untuk mempelajari fungsi dan respon suatu DAS dari berbagai masukan DAS. Melalui model hidrologi dapat dipelajari kejadian-kejadian hidrologi yang pada gilirannya dapat digunakan untuk memprediksi kejadian hidrologi yang akan terjadi. Model simulasi hidrologi dapat diklasifikasikan berdasarkan luas kisaran karakteristiknya.

Pemodelan dalam hidrologi awalnya bertujuan mencari hubungan antara hujan dan respon debit sungai terhadap

hujan tersebut. Namun seiring dengan perkembangan komputer, model hidrologi menjadi lebih rumit dan kompleks, mencakup kejadian erosi dan lain-lain. Secara garis besar model-model hidrologi dapat digolongkan berdasarkan proses, skala, dan metode pemecahannya.

Berdasarkan proses, model hidrologi dibagi menjadi model lumped (memisahkan DAS sebagai satu sistem utuh) dan distributed (membagi DAS menjadi elemen-elemen kecil). Model distributed misalnya ANSWER dan SWAT. Sedangkan model lumped, diantaranya termasuk unit hydrograph dan tank model.

3.3 Langkah pembuatan model topografi

Hidrologi adalah studi tentang bagaimana air di bumi bergerak dan didistribusikan di atmosfer dan di dan di bawah permukaan bumi. Air adalah salah satu sumber daya bumi yang paling terbatas, jumlah keseluruhan air di planet ini konstan. Air di planet ini terlibat dalam proses pergerakan dan transformasi yang berkelanjutan - disebut siklus air - antara fase (cair, gas, dan padat) dan antara lokasi (lautan, badan air, atmosfer atmosfer, dan daratan). Air di darat adalah diorganisir di daerah yang disebut daerah aliran sungai. Kotak pasir dapat digunakan untuk membantu pengunjung menggambarkan dan menunjukkan apa DAS itu dan mendiskusikan bagaimana dampak manusia terhadap DAS dapat memengaruhi kita dan ekosistem tempat kita hidup.

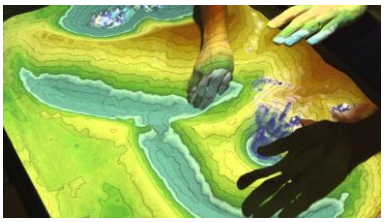
A. Pertama-tama buka shortcut pemodelan topografi yang ada di desktop layar. Setelah masuk ke dalam

aplikasi diatur dahulu tombol tiriskan dengan cara tekan dan tahan tombol option (angka 1) setelah itu pilih *manage water* dan lepaskan tombol option, setelah itu dibuat tombol simulasi kering dengan menekan tombol angka 2. Maka, yang dimaksudkan ini adalah simulasi tentang turunnya air dengan menekan tombol 1 dan simulasi tentang keringnya air atau bisa disebut juga menghilangkan simulasi air dengan tombol 2.

Setelah itu bahas tentang siklus hidrologi yang dimana pada dasarnya air mengalir dari ketinggian yang tinggi menuju ketinggian rendah. Perubahan iklim dapat menjadi salah satu faktor dalam siklus hidrologi jika awan dan kelembaban bergerak melalui atmosfer berubah, itu dapat mencegah suatu daerah menerima hujan.

B. kedua, dengan membentangkan jari di ata media pasir maka akan memvisualkan sebuah visual hujan di atas media yang tertutupi oleh bentangan jari penggunanya. Visual hujan dapat merepresentasikan bahwa yang terdapat pada kaidah hidrologi benar adanya.

C. ketiga, ubah bentukan sebuah cekungan yang bisa dibuat di dalam media pasir tersebut dan dilihat apakah bentuk visual arir yang sudah tergenang bisa mengikuti kea rah cekungan yang telah dibuat. Hal itu menandakan bahwa air pada sejatinya akan menuju ke ketinggian yang lebih rendah.



D. Keempat, jika ingin menghilangkan bentuk dari visual air yang ada meka pengguna dapat langsung menekan tombol 2 yang telah di program pada sebelumnya.

Lampiran 3 Biodata Penulis

Penulis dilahirkan di Surabaya, 14 Juli 1996, merupakan anak ke 2 dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SMPN 2 Waru Sidoarjo dan pernah mengemban amanah sebagai Wakil Ketua Dewan Galang periode 2009-2010, kemudian melanjutkan ke SMAN 1 Waru Sidoarjo. Selama berada dibangku SMA penulis pernah Mengikuti beberapa kegiatan yang menujang bakat seperti peserta dalam Liga Pelajar Indonesia pada tahun 2012-2013, mengikuti beberapa lomba Futsal antar sekolah, dan mengikuti lomba DetCon tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan S1 Departemen Teknik Geomatika ITS dan tergabung sebagai angkatan G16. Pada masa perkuliahan penulis diamanahi menjadi staff Divisi Seni dan Olahraga pada tahun 2015-2016 HIMAGE-ITS selanjutnya diamanahi menjadi kabiro seni oleh divisi Seni dan Olahraga pada kepengurusan 2016-2017 HIMAGE-ITS, Penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan di lingkup kampus antara lain menjadi Staff Akotrans pada Dies Natalies IMGI, Staff Ahli Keamanan dan Perijinan ITS EXPO 2016, Konseptor Teknis ITS EXPO 2017, Staf Keamanan dan Perijinan CARNIVAL FTSP 2016. Penulis juga pernah menjadi Dirijen Suporter untuk HIMAGE ITS dan FTSP dalam berbagai bidang olahraga. Penulis pernah memperoleh beberapa penghargaan seperti Juara 3 Voli Olimpiade FTSP 2015 dan juara 2 voli Dies Natalis IMGI 2016, Juara 1 Sepak Bola Dies Natalies ITS 2018.