

IMPLEMENTASI DESAIN MAKET PETA 3D BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) DENGAN METODE MARKER BASED TRACKING

Arief Rahman Bintoro¹⁾, Nur Rachman²⁾, Ainun Machvira Addarani³⁾

¹⁾Jl. Anggrek Desa Pendem Kecamatan Junrejo Kota Batu
Jurusan Telekomunikasi Prodi D4 Teknik Telkommil Poltekad Kodiklatad,

²⁾Kelompok Dosen Poltekad Kodiklatad

³⁾Politeknik Negeri Malang

E - mail : arief.r21170@gmail.com¹⁾, nurrudal@gmail.com²⁾,
ainunmachvira@gmail.com³⁾

Implementation of Design Dummy Maps Based of Augmented Reality of The Marker Based Tracking Method

Abstract: - The development of the area technology 4.0 has many significant progresses and has a lot of influence on all human activities, both of individuals and groups. The advance of information technology in the form of 3D Maps in the application of training coaching as a form innovation in the military. Nowadays, tactical simulations in the form of training maps are still conventional in the implementation of specific combat simulations. Augmented Reality (AR) is a digitization system, where users can see the real world around them by increasing virtual objects produced by computers. Augmented reality (AR) methods use marker-based tracking methods to detect objects on the map. Implementing the map rehearsal can be carried out simply, especially for company-level units. Using AR maps in a sandbox shows topographic maps with 3D features with Kinect Xbox 360 to demonstrate the concepts of contour lines, indentations, topographic profiles, and coordinates on Universal Transverse Mercator (UTM) maps become more real.

Keywords: Augmented Reality (AR), Marker Based Tracking, Universal Transverse Mercator (UTM), Sandbox, Kinect Xbox 360.

Abstrak: - Perkembangan era teknologi 4.0 memiliki kemajuan yang sangat signifikan sehingga banyak memberikan pengaruh segi pada segala aktifitas manusia, baik secara individu maupun kelompok. Kemajuan teknologi informasi berupa peta 3D dalam penerapan pembinaan latihan sebagai bentuk inovasi pada sistem pembinaan latihan di lingkungan TNI AD. Saat ini simulasi taktis berupa peta latihan masih konvensional dalam pelaksanaan simulasi tempur secara spesifik. *Augmented Reality (AR)* merupakan suatu sistem digitalisasi, dimana pengguna dapat melihat dunia nyata di sekitarnya dengan meningkatkan objek virtual yang di hasilkan oleh komputer. Pendekatan pada *Augmented Reality (AR)* menggunakan metode *Marker Based Tracking* untuk mendeteksi objek pada peta. Pelaksanaan geladi peta dapat di laksanakan dengan sederhana khususnya bagi satuan tingkat kompi kebawah. Menggunakan peta AR pada *sandbox* menunjukkan peta topografi dengan fitur 3D dengan Kinect Xbox 360 untuk mendemonstrasikan konsep garis kontur, lekukan, profil topografi, dan koordinat pada peta *Universal Transverse Mercator (UTM)* menjadi lebih nyata.

Kata kunci: Augmented Reality (AR), Marker Based Tracking, Universal Transverse Mercator (UTM), Sandbox, Kinect Xbox 360.

PENDAHULUAN

Perkembangan era teknologi 4.0 memiliki kemajuan teknologi yang sangat

signifikan sehingga banyak mempengaruhi segi kehidupan manusia, baik secara kelompok maupun personal, dari aspek-aspek umum sampai dengan aspek strategis. Pada aspek strategis, khususnya dibidang pertahanan, kemajuan teknologi, telah memberikan masyarakat dunia satu produk multimedia terintegrasi secara efisien dan akurat, yang kemudian membuat sebuah doktrin pertahanan dan perang menjadi berubah.

Profesionalisme prajurit dalam konteks pembinaan satuan dapat diwujudkan melalui latihan dalam satuan, pendidikan dan latihan yang terukur. Salah satu bentuk latihan yang dapat meningkatkan profesionalisme prajurit dalam program bidang latihan sesuai tahapan proglatsi adalah latihan dengan metode geladi peta, geladi posko, manuver peta, geladi medan dan geladi model yang merupakan salah satu metode latihan taktis tanpa pasukan untuk melatih komandan dan staf, unsur pelayan, dansatwah serta dansat perkuatan dalam melaksanakan prosedur hubungan dan tata cara kerja yang berlaku di suatu markas komando.

Namun demikian, kemajuan teknologi telah memberikan dampak yang signifikan kepada pengguna produk pertahanan satuan angkatan bersenjata atau prajurit. Penerapan kemajuan teknologi informasi berupa Peta 3D dalam proses pembinaan latihan sebagai sebuah bentuk model inovasi sistem

teknologi dalam latihan untuk menyongsong era paradigma baru sistem pembinaan latihan di lingkungan TNI AD. Saat ini alat simulasi taktis berupa peta latihan masih berbentuk manual belum mempunyai alat yang dapat menjadi simulasi tempur secara visual.

Sistem yang dibangun akan memberikan gambaran berupa simulasi pandang dalam bentuk Visual 3D kepada pasukan. Peta 3D *Augmented Reality* (AR) merupakan suatu proses penampilan gambar yang terbentuk akibat proyeksi dari proyektor dan tangkapan dari kamera Kinect sehingga dapat mendeteksi lekukan pasir yang telah di bentuk suasana tiga dimensi sehingga dapat menampilkan seolah-olah bentuk gambar 3D secara fisik. Simulasi pandang yang berupa gambar 3D tersebut akan dapat digunakan untuk melatih para unsur komandan dan staf serta komandan bawahan untuk olah yudha dipeta maupun model.

Bredasarkan penjelasan diatas, maka dilakukan analisis terhadap permasalahan tersebut. Adapun rumusan permasalahan yang akan dibahas oleh peneliti adalah: Bagaimana mengimplementasikan Maket peta 3D berbasis *Augmented Reality* (AR) untuk membantu gladi peta dalam latihan militer? Bagaimana menentukan kontir garis, lekukan, dan ketinggian pada Maket peta 3D berbasis *Augmented Reality* (AR)? Bagaimana mengimplementasikan metode

Marker Based Tracking pada Maket peta 3D berbasis *Augmented Reality* (AR)?

Penelitian ini juga didasari untuk memperoleh tujuan sebagai berikut: Untuk mengimplementasikan desain maket peta 3D berbasis *Augmented Reality* (AR) yang di gunakan dalam gladi peta pada Latihan Militer. Untuk mengimplementasikan metode *Marker Based Tracking* guna meningkatkan keakuratan pengenalan pola, lekukan, kontur, dan ketinggian pada maket peta 3D dalam pengenalan daerah daratan, perairan, dan pegunungan. Untuk meningkatkan kualitas desain peta yang modern dan dapat ditampilkan dalam bentuk 3D sehingga mendapatkan hasil yang lebih real dan nyata. Untuk meningkatkan profesionalisme dan memudahkan prajurit dalam gladi peta di lingkungan militer.

METODE PENELITIAN

• Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : di Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Telekomunikasi Militer Poltekad Kodiklatad.

Waktu : 7 bulan.

• Metode Penelitian

Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode Eksperimen dengan data kualitatif untuk membuktikan data dari hipotesis. Alat tersebut tersusun dalam proses perancangan sampai dengan proses pengujian diantaranya proses perancangan alat yang telah dibuat, dan

pengujian proyeksi dari maket peta 3D *Augmented Reality* (AR), penentuan lekukan, garis kontur, dan koordinat pada peta. (Dianrizkita et al., 2018) Pada *Augmented Reality* (AR). *Augmented Reality* (AR) mempunyai dua metode yang sering digunakan, yaitu *Marker Based Tracking* dan *Markless Based Tracking*.

• Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

- Variabel terikat dalam penelitian ini diantaranya *Augmented Reality* (AR), *Maket*, dan *Marker Based Tracking*.
- Variabel bebas dalam penelitian diantaranya Gladi peta dalam latihan militer, peta Universal Transverse Mecrator (UTM).

Diagram alir penelitian desain maket peta 3D berbasis *Augmented Reality* (AR) terdapat pada gambar 1 dan gambar 2. Pada diagram alir dapat dijelaskan bahwa linux mint sebagai operating system menerima data dari *kinnect xbox 360*, setelah data diterima akan dianalisa dan di proyeksikan oleh proyektor. Proses selanjutnya yaitu hasil proyeksi dari proyektor akan ditangkap oleh kamera wancam yang akan di proses melalui WebRTC untuk di ubah menjadi URL agar peta maket 3D dapat di lihat secara *Live Streaming*.

• Material.

Alat dan bahan yang di gunakan dalam peta maket 3D sebagai berikut:

1. Laptop.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan laptop yang berspesifikasi Core i5 generasi ke 4 yang di lengkapi dengan NVIDIA graphic. Pada software peneliti menggunakan os Linux Mint karena Linux Mint dibentuk memakai fitur lunak yang sudah matang serta teruji kemampuannya (Umami, 2015) Augmented reality merupakan sebuah teknologi yang mampu memadukan benda maya dalam dua atau tiga dimensi ke dalam lingkungan dunia nyata dan kemudian menghidupkan atau menurunkannya secara real time (Balandin et al., 2010).

2. Kinect Xbox 360.

(Edwin, n.d.) Kinect, seperti yang telah disebutkan adalah perangkat untuk mendeteksi gerakan dan suara yang dapat digunakan pada konsol game Microsoft Xbox 360 dan Xbox One. Fungsi kinnect dalam penelitian sebagai perangkat pendeteksi gestur pada peta maket 3D. Pada peta maket 3D ini juga menggunakan peta Universal Transverse Mercator (UTM) yang merupakan peta dasar menggambarkan seluruh kenampakan permukaan bumi yang tidak bergerak dalam posisi horisontal (x, y atau L, B) dan posisi vertikal (z atau h)(Konversi et al., n.d.).

3. Kamera Webcam.

(Ropiant, 2016) Webcam (web camera) adalah sebutan untuk kamera waktunyata yang gambarnya dapat dilihat melalui www (World Wide Web), program yang

memproses pesan cepat, atau aplikasi panggilan video. Pada penelitian ini kamera wecam yang digunakan adalah kamera SPC2 yang mempunyai Spesifikasi High Resolution 1080HD 2MP dengan Frame Rate 30fsp.

4. Proyektor LCD.

Proyektor LCD merupakan suatu tipe proyektor yang digunakan guna menunjukkan video, foto, ataupun informasi dari pc pada suatu layar ataupun suatu bidang datar permukaan semacam infokus serta tembok. Tidak cuma menayangkan suatu foto diam, proyektor juga bisa foto gerak/video (Dixit et al., 2018).

a. Analisis pengumpulan data.

Menganalisis data yang dibutuhkan dilaksanakan studi literature pengumpulan data pendukung yang berkaitan dengan sistem maket peta 3D.

b. Perancangan software maket peta 3D.

Maket peta 3D dirancang menggunakan komponen-komponen yang sederhana dan sudah di perhitungkan menggunakan aspek-aspek teoritis maupun aspek praktis.

c. Perancangan hardware maket peta 3D.

Setelah di rancang Software dari maket peta 3D maka selanjutnya di lanjutkan dengan perancangan alat dalam bentuk portable dan dikalibasi agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang direncanakan.

d. Pembuatan sistem Live Streaming.

Pada maket peta 3D terdapat layanan Live Streaming yang menjadi tambahan agar

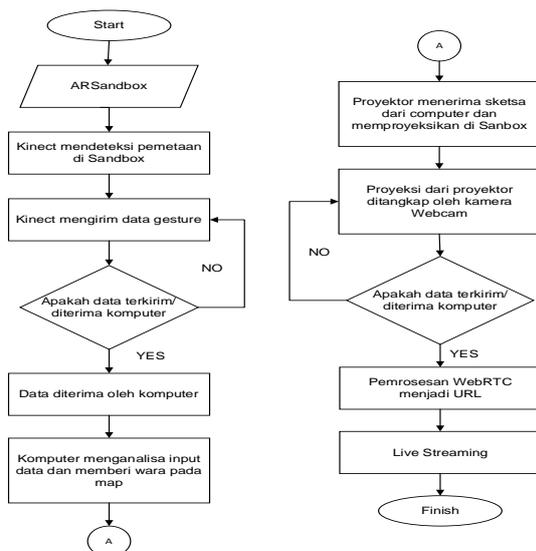
maket peta 3D dapat di monitor oleh jajaran prajurit yang tidak dalam lokasi Gladi peta.

e. Pengujian alat

Pengujian alat di laksanakan di Laboratorium Jurusan Telekomunikasi militer Poltekad Kodiklatad dengan simulasi yang sesuai dengan tempat untuk Gladi peta yaitu dalam ruangan. Pengujian di laksanakan secara berulang-ulang sampai mendapatkan hasil yang mempunyai error rate seminimal mungkin agar mendapatkan performance alat sesuai dengan klasifikasi yang di rencanakan.

• **Diagram Alir Sistem Pengolahan data Maket peta Augmented Reality.**

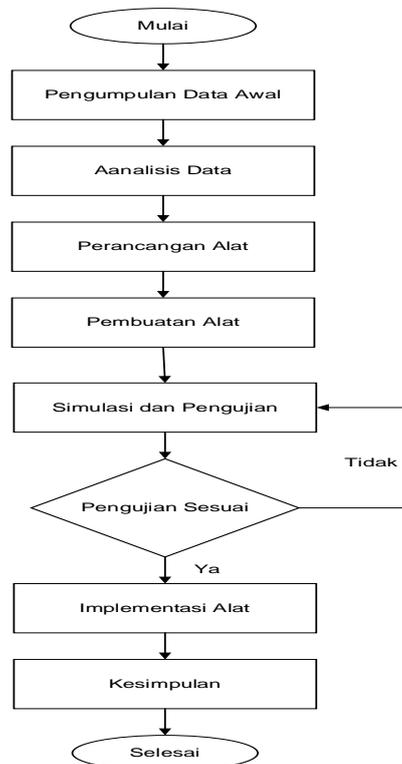
perancangan pada sistem *Augmented Reality* (AR) pada maket peta 3D bertujuan untuk mengetahui design peta yang di tampilkan menjadi lebih nyata dan estetik saat digunakan dalam gladi peta pada latihan militer.



Gambar 1. Diagram alir maket peta 3D

• **Perencanaan Sistem**

Dalam perencanaan sistem ini menggunakan metode eksperimen setup, blok diagram alat, design sistem, pemodelan simulasi dalam mendukung pembuatan alat. Tahap dalam penelitian mengikuti diagram alir seperti di tunjukkan pada Gambar 2. Pada Gambar 2. Dijelaskan bahwa dari penelitian ini mulai penulis haris mencari studi literatur yang akan di jadikan pedoman untuk pembuatan alat dilanjutkan dengan analisa data, perancangan sistem



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

• **Alat dan Bahan**

Dalam peneitian ini untuk mendukung sistem kerja dari perancangan maket peta 3D *Augmented Reality* (AR) dibutuhkan alat dan bahan antara lain :

Tabel1. Alat dan Bahan maket peta 3D.

No	Alat	Bahan
1.	Gerinda	Laptop
2.	Mesin Las	Kinnect Xbox 360
3.	Gunting	Kamera Webcam
4.	Tang	Proyektor
5.	Alat bor	Pasir Kinetik
6.	Inverter las	<i>Sandbox</i>
7.		Kaca 7 mm
8.		Besi Hollow
9.		Plat besi

- **Prosedur Pembuatan.**

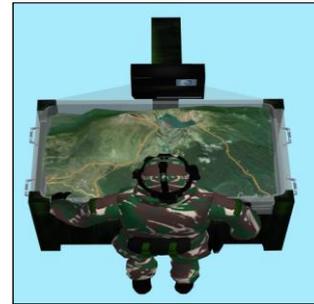
- a. **Requirement Analysis**

Melaksanakan Analisa data berdasarkan studi literature, menentukan kebutuhan alat dan bahan penelitian, mempersiapkan urutan perancangan sistem yang akan dikerjakan, mengkoordinir penyelesaian pembuatan alat, dan menentukan jadwal pelaksanaan penelitian.

- b. **Desain maket peta 3D**



Gambar 3. Desain ukuran maket peta 3D AR.



Gambar 4. Desain Maket peta 3D AR tampak atas.



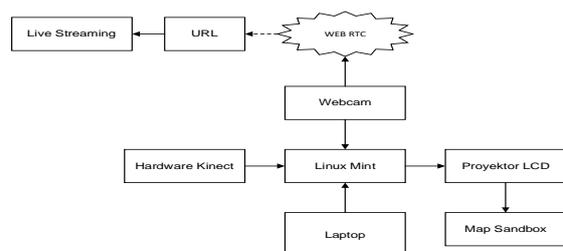
Gambar 5. Sistem perancangan Maket peta 3D AR.

Gambar 3, 4, dan 5 merupakan desain perancangan dari peta maket AR dengan dilengkapi dengan peletakan komponen.

- c. **System Development.**

Dalam perancangan pengembangan sistem ini menggunakan eksperimen setup, blok diagram alat, desain sistem, pemodelan simulasi dalam mendukung pembuatan alat. Tahap penelitian mengikuti blok diagram seperti yang di tunjukkan dalam Gambar 6 berikut ini:

- **Blok Diagram Peta Maket AR**



Gambar 6. Blok diagram Peta Maket AR.

Pada penelitian ini menggunakan blok diagram sesuai dengan spesifikasi alat yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian yang telah dilaksanakan didapat data-data hasil pengujian. Pengujian yang dilaksanakan meliputi uji kalibrasi, pengambilan nilai depth, konversi format HSB (Hue, Saturation, Brightness), dan konversi nilai depth ke dalam nilai format HSB. Berikut hasil pengujian yang dilakukan:

a. Kalibrasi.

Proses kalibrasi dilakukan untuk mencari titik nol dan titik maksimum dari objek yang dideteksi. Kinect pada dasarnya memiliki data depth atau data kedalaman dengan nilai grayscale yakni nilai 0 sampai 255 dimana nilai 0 merepresentasikan objek paling jauh dan objek yang tidak terdeteksi akibat objek terlalu dekat, karena memiliki tingkat iluminasi 0 maka representasi pada gambar berwarna hitam. Sedangkan nilai 255 merepresentasikan objek paling dekat direpresentasikan pada gambar dengan warna putih.

Proses kalibrasi dilakukan untuk mencari titik nol dan titik maksimum dari objek yang dideteksi. Kinect pada dasarnya memiliki data depth atau data kedalaman dengan nilai grayscale yakni nilai 0 sampai 255 dimana nilai 0 merepresentasikan objek paling jauh dan objek yang tidak terdeteksi

akibat objek terlalu dekat, karena memiliki tingkat iluminasi 0. Sedangkan nilai 255 merepresentasikan objek paling dekat.

$$grayscale = \frac{Red + Green + Blue}{3}$$

dapat disimpulkan bahwa nilai depth atau nilai grayscale merupakan rata-rata dari ketiga nilai warna utama RGB.

b. Proses pengambilan nilai depth pada objek sebagai berikut:

- 1) Pengambilan Depth pada titik Rendah.



Gambar 8. Pengambilan Depth titik Rendah

- 2) Pengambilan Depth pada titik Tertinggi.



Gambar 9. Pengambilan Depth titik tertinggi

Dari dua data di atas didapatkan titik rendah pada nilai 218 dan titik tertinggi pada nilai 223. Karena pengurutan pixel pada gambar dilakukan dari pojok kiri atas menuju kanan dan kebawah. Maka perlu melakukan

mapping antara titik yang ditunjuk oleh mouse agar pengambilan data tepat pada pixel yang ditunjuk oleh kinect. Konversi dari koordinat mouse X dan Y kedalam urutan pixel dapat diambil dengan rumus:

$$data = mouseY * width + mouseX$$

pengambilan data ini di implementasikan dengan program sebagai berikut:

```

PImage kimg = kinect.GetDepth();
PImage orgimg = kinect.GetImage();
int dimen = kimg.width*kimg.height;
kimg.loadPixels();
grabbedData = red(kimg.pixels[(int)yTarget*kimg.width+(int)xTarget]);
    
```

Gambar 10. Pengambilan data di Program

3) Konfersi Format HSB (Hue, Saturation, Brightness)

Nilai depth yang berada pada range 218 sampai 223 harus dikonversi menjadi warna dalam format HSB. Pemilihan warna HSB dikarenakan kedalaman mempengaruhi warna, bukan tingkat terang atau saturasi, dengan demikian hanya diperlukan mengubah nilai Hue dalam format HSB. Hue dalam hal ini dapat di gunakan untuk menampilkan garis, lekukan, dan ketinggian pada peta maket 3D. (Vandhita et al., 2018) Rumus yang digunakan untuk merubah format dari format awal RGB kedalam format HSB adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

$$g = \frac{G}{R + G + B}$$

$$b = \frac{b}{R + G + B}$$

$$V = \max(r, g, b)$$

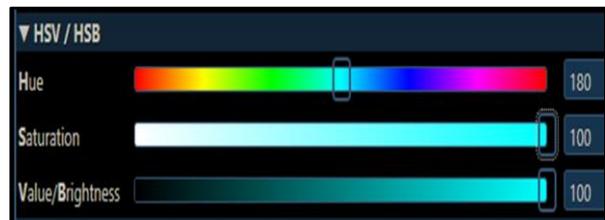
$$S = \begin{cases} 0 & \text{jika } V = 0 \\ V - \frac{\min(r, g, b)}{V} & \text{jika } V > 0 \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} 0 & \text{jika } S = 0 \\ \frac{60 \times (g - b)}{S \times V} & \text{jika } V = r \\ 60 \times \left[2 + \frac{(b-r)}{S \times V} \right] & \text{jika } V = g \\ 60 \times \left[2 + \frac{(b-r)}{S \times V} \right] & \text{jika } V = b \end{cases}$$

$$H = H + 360 \text{ jika } H < 0$$

4) Konversi nilai Depth kedalam nilai format HSB.

warna yang dipakai adalah warna biru untuk titik 0 dan warna merah pada titik tertinggi, dengan format warna HSB sebagai berikut:



Gambar 11. Konversi Depth pada nilai HSB.

Nilai biru ada dititik tengah HUE yakni nilai 180 sedangkan pada titik tertinggi ada pada nilai 0 yakni nilai merah. Untuk merubah range nilai dari 218 sampai 223 kedalam format hue 180 sampai 0. maka perlu menggunakan rumus persamaan linear sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & Hue \\
 & = \frac{(depth - depthMin) * (hueMax - hueMin)}{(depthMax - depthMin)} \\
 & + hueMin
 \end{aligned}$$

Jadi apabila nilai yang didapat 218 maka seharusnya menghasilkan nilai biru (180). Untuk pembuktian rumus sebagai berikut.

$$Depth = 218$$

$$hueMin = 180$$

$$hueMax = 0$$

$$Hue = \frac{(218 - 218) * (0 - 180)}{(223 - 218)} + 180$$

$$Hue = \frac{(0) * (-180)}{(5) + 180} = 180$$

Untuk nilai tertinggi dengan nilai depth 223, diharapkan menghasilkan warna merah dengan nilai hue 0.

$$Depth = 223$$

$$hueMin = 180$$

$$hueMax = 0$$

$$Hue = \frac{(223 - 218) * (0 - 180)}{(223 - 218)} + 180$$

$$Hue = \frac{(0) * (-180)}{(5)} + 180 = 0$$

Nilai hueMin dan hueMax dibalik dikarenakan pada titik terendah atau titik 0 warna hue yang diharapkan adalah warna biru yakni bernilai 180 sebaliknya di titik tertinggi memiliki nilai hue 0.

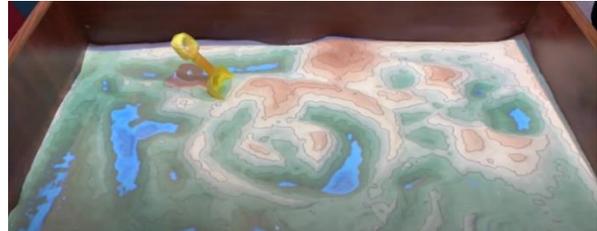
Pada pemrograman yang dipakai rumus ini di implementasikan dengan fungsi map. Sebagai berikut:

```
for(int i=0;i<dimen;i++){
float val = red(kimg.pixels[i]);
push();
colorMode(HSB, 360,100,100);
if(val>MIN_VAL&&val<=MAX_VAL)kimg.pixels[i] = color(map(val,MIN_VAL,MAX_VAL,180,0),100,100);
pop();
}
```

Gambar 12. Rumus Pemrograman.

5) Hasil.

Dari filter yang di implementasikan yakni filter perubahan range depth menjadi nilai HSB didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 13. Hasil Perubahan Range Depth menjadi HSB.

Pada Gambar 13. Dapat dianalisa bahwa warna merah merupakan daerah ketinggian, hijau adalah daratan, kuning adalah daratan tinggi dan warna biru sebagai daratan rendah yang mewakili warna air. Warna-warna tersebut didapatkan pada pemrosesan Hue dalam format HSB. Pewarnaan dan degradasi dari warna juga akaibat dari hasil pendeteksian metode Marker Based Tracking yang mendapatkan objek telah di track pada peta maket 3D.

PENUTUP

• Kesimpulan.

Kesimpulan dari hasil peneitian dengan judul “Implementasi design peta maket 3D berbasis *Augmantaed Reality* (AR) dengan Metode *Marker Based Tracking*” guna meningkatkan alat sismulasi tempur dari maual menjadi digital berupa peta pandang visual yang lebih efisien untuk dalam latihan gladi peta di lingkungan militer.

a. Kalibrasi untuk menentukan keakuratan sensor kinnect dilakukan dengan

menentukan nilai terendah dan nilai maksimum pada peta maket 3D. dari data nilai terendah dan maksimum berkisar dari nilai 0 sampai dengan 255. Dimana 0 mempresentasikan objek paling jauh dengan warna gelap dan 255 mempresentasikan objek paling dekat dengan warna terang.

b. Penentuan titik terendah dan tertinggi pada peta maket 3D. Dengan melaksanakan pengambilan titik depth tertinggi dan terendah yang mendapatkan nilai 218 untuk depth terendah dan 223 sebagai depth tertinggi yang selanjutnya dilanjutkan dengan tahap pewarnaan.

c. Pengujian warna biru untuk titik 0 dan warna merah pada titik tertinggi, dengan format warna HSB. Nilai biru terdapat pada titik tengah HUE yakni nilai 180 sedangkan

pada titik tertinggi ada pada nilai 0 yakni nilai merah. Untuk merubah range nilai dari 218 sampai 223 kedalam format hue 180 sampai 0. Pengujian warna Hue ini digunakan pada tahap pewarnaan untuk menentukan warna pada peta maket 3D.

• **Saran.**

Agar pada pengembangan peta maket 3D selanjutnya meningkatkan kualitas alat dari segi komponen Hardware alat, dan penembahan fitur animasi pada peta maket sehingga maket akan lebih terlihat hidup serta menambahkan teknologi Live Streaming yang dapat menghubungkan antara operator yang hadir dalam gladi peta dengan satuan-satuan pada jajaran militer yang tidak dapat mengikuti saat paparan pada peta maket 3d.

DAFTAR PUSTAKA

- Balandin, S., Oliver, I., Boldyrev, S., Smirnov, A., Shilov, N., & Kashevnik, A. (2010). Multimedia services on top of M3 Smart Spaces. *Proceedings - 2010 IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering, SIBIRCON-2010, 13(2)*, 728–732. <https://doi.org/10.1109/SIBIRCON.2010.5555154>
- Dianrizkita, Y., Seruni, H., & Agung, H. (2018). Analisa Perbandingan Metode Marker Based Dan Markless Augmented Reality Pada Bangun Ruang. *Jurnal Simantec*, 6(3), 121–128.
- Dixit, A. M., Subba Rao, S. V., Article, O., Choudhary, K., Singh, M., Choudhary, O. P., Pillai, U., Samanta, J. N., Mandal, K., Saravanan, R., Gajbhiye, N. A., Ravi, V., Bhatia, A., Tripathi, T., Singh, S. C. S., Bisht, H., Behl, H. M., Roy, R., Sidhu, O. P., ... Helmy, M. (2018).
- Edwin, S. T. M. (n.d.). *ANALISA AKURASI KINECT XBOX 360 UNTUK PEMODELAN OBJEK 3 DIMENSI (Studi Kasus Objek Box dan Kendi)*.
- Pranata, H. K., Suryadi, K., & Wiyanto, S. (n.d.). *Konversi Peta Lco Dan Utm Dengan Sistem Streaming Lokasi Berbasis Android*.
- Umami, S. R. (2015). *Panduan resmi linux mint 13 edisi mate*. 44.
- Vandhita, A. T., Hamdani, D., & Putri, D. H. (2018). Rancang Bangun Sistem Telemetry Pengukuran Ketinggian Gelombang Pasang Surut Air Laut secara Realtime Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Kumbaran Fisika*, 1(3), 83–91. <https://doi.org/10.33369/jkf.1.3.83-91>.