

IMPLEMENTASI SOFTWARE PETA SANDBOX 3D DENGAN AUGMENTED REALITY BERBASIS MARKER-BASED TRACKING

Jimmy Haris Sitompul¹⁾, Imam Ashar ²⁾ , Rizqi Darma Rusdyan Yusron³⁾

¹⁾Jurusan Telekomunikasi Prodi D4 Teknik Telkommil Poltekad,

²⁾Sdirbndikjar Poltekad

³⁾Universitas Nadhatul Ulama Blitar

E - mail : komd44006@gmail.com¹⁾, imamasharstmt@gmail.com²⁾ ,
rizqidarma.rusdiyanusron@gmail.com³⁾

IMPLEMENTATION OF 3D SANDBOX MAP SOFTWARE WITH AUGMENTED REALITY-BASED MARKER TRACKING

Abstract: Technology is developing rapidly in Indonesia. One of the development technology in the military. The advanced aircraft technologies and features are based on military training from combat training bases as well as during the war. Understanding the region, location, moment in, war, or military map. The rehearsal map means that a quarter of the population is either a meme or an explanation. In addition, to supporting the implementation of rehearsal maps for the use of 3D sandbox maps based on additional data with markers using tracking methods. The result of 3D characters and shapes will be sent through the software into the sandbox map with a clearer and more realistic view. From the data, the character is called the first force, figuring out coordinates, and memorials with regional structures used in patrols and combat.

Keywords: Augmented Reality(AR), Software, Marker-Based Tracking, and Characters.

Abstrak: Teknologi semakin berkembang pesat khususnya di negara Indonesia, salah satunya kemajuan teknologi dibidang militer. Perkembangan teknologi dan fitur yang semakin canggih dapat menunjang berbagai kebutuhan militer dari segi latihan tempur maupun dalam medan perang. Memahami suatu wilayah, lokasi, saat dalam medan perang atau peta secara militer disebut Gladi Peta. Gladi peta secara manual akan menghabiskan waktu dalam menjelaskan maupun memahami penjelasan. Guna mendukung pelaksanaan gladi peta untuk pemanfaatan teknologi dan meminimalisir waktu dalam latihan militer, maka dibuatlah peta Sandbox 3D berbasis Augmented Reality dengan metode marker based tracking. Dengan metode marker based tracking, karakter maupun bentuk 3D dari suatu wilayah seperti gunung, daratan, maupun perairan akan terlihat nampak lebih jelas dan nyata. Hasil karakter dan bentuk 3D akan dikirimkan melalui software ke dalam peta sandbox dengan tampilan yang lebih jelas serta nyata. Dari data hasil karakter tersebut pasukan dapat melihat, mengetahui koordinat, dan memahami struktur wilayah yang akan di lewati saat patroli maupun pertempuran.

Kata kunci: Augmented Reality(AR), Software, Marker Based Tracking, dan Karakter.

PENDAHULUAN

Teknologi semakin berkembang pesat khususnya di negara Indonesia, salah satunya kemajuan teknologi dibidang militer. Perkembangan teknologi dan fitur yang semakin hari dapat menunjang berbagai kebutuhan militer dari segi latihan tempur maupun dalam medan perang (Mubaraq et al., 2018). Dalam suatu kondisi latihan tempur maupun dalam medan perang prajurit harus paham dan terampil dalam memahami suatu wilayah, lokasi, maupun peta keberadaan musuh, agar prajurit dapat melakukan pengintaian musuh dengan lokasi strategis dan mengurangi kerugian personil.

Memahami suatu wilayah, lokasi, maupun peta atau secara militer disebut dengan gladi peta. Gladi peta dengan cara manual akan menghabiskan waktu untuk menjelaskan dan memahami penjelasan. Di medan tempur waktu merupakan hal yang sangat berharga, maka dari itu untuk memanfaatkan teknologi yang berkembang dan meminimalisir waktu dalam latihan perang maupun di medan perang dalam gladi peta diperlukannya sistem *Augmented Reality*.

Suatu wilayah, lokasi, maupun peta akan dikembangkan dengan sistem *Augmented Reality* atau disebut dengan sistem AR yang merupakan sebuah teknologi yang mempersatukan objek virtual

dan objek nyata dengan kondisi *real-time* atau waktu dan gambar ditampilkan secara bersamaan, peta yang di gabungkan dengan sistem AR akan bersifat interaktif dimana pengguna teknologi dapat menggunakan kamera dari handphone, kemudian dapat melakukan akses dengan cara memindai sebuah marker, yang akan memunculkan objek tiga dimensi (Aji, 2020).

Untuk menunjang sistem tersebut akan digabungkan dengan software AR berbasis *Augmented Reality* dan *Sandbox* atau kotak pasir untuk menunjang hasil suatu wilayah seperti, gunung, maupun perairan agar gambar yang diperlihatkan akan lebih tampak nyata dan jelas. Teknologi tersebut diharapkan dapat mempermudah dalam gladi peta, meminimalisir waktu, serta mendapatkan informasi data dengan mudah dalam melaksanakan tracking pada objek yang dideteksi, serta sanggup melaksanakan pengintaian secara virtual. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk implementasi *software* peta *Sandbox* 3D berbasis *augmented reality* dengan metode *marker based tracking*.

Dari latar belakang tersebut dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengirimkan data *software* hasil *Augmented Reality* ke peta *Sandbox* 3D?

2. Bagaimana cara menampilkan peta dan karakter peta *Sandbox* 3D berbasis *Augmented Reality* dengan format koordinat UTM?
3. Bagaimana cara untuk implementasi *software* peta *sandbox* 3D berbasis *Augmented Reality* dengan menggunakan metode *marker based tracking*?

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan *software* peta *sandbox* 3D berbasis *Augmented Reality* dengan metode *marker based tracking* dan juga mampu menampilkan hasil peta dan karakter penggunaan *software* pada peta berbasis *Augmented Reality* ke dalam *sandbox* 3D. Hal tersebut akan mempermudah pasukan kita dalam melaksanakan gladi peta serta meminimalisir waktu secara efektif dan efisien.

1. **Augmented Reality.**

Augmented Reality atau biasa disebut AR merupakan teknologi baru yang canggih, yang mencampurkan objek dari dunia nyata serta objek virtual maupun maya dalam keadaan *real-time*. *Augmented Reality* memungkinkan pengguna untuk memandang objek maya 2D ataupun 3D yang akan diproyeksikan terhadap dunia nyata. Penggabungan objek nyata serta virtual terjalin dari dukungan teknologi yang cukup sedangkan interaksi yang dilakukan bisa terjalin dengan memakai perangkat – perangkat tertentu. AR ialah alterasi dari

Virtual Environments (VE), ataupun yang lebih diketahui dengan sebutan *Virtual Reality* (VR). Teknologi *Augmented Reality* tumbuh secara pesat, di Indonesia sendiri sudah banyak aplikasi – aplikasi yang memakai teknologi AR (Christiano et al., n.d.).



Gambar 1. *Augmented Reality*

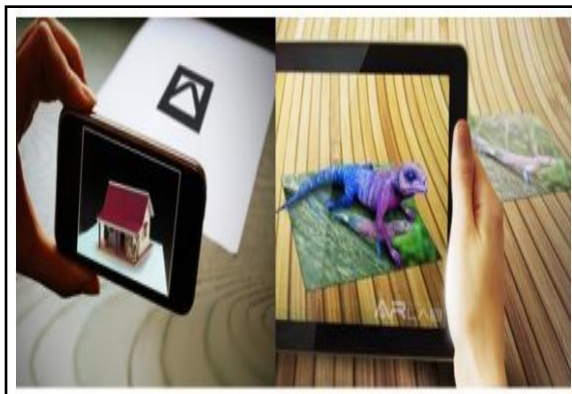
2. **Linux Mint.**

Linux Mint merupakan sistem operasi dalam komputer yang diciptakan untuk bekerja pada banyak sistem modern. *Linux mint* bisa disejajarkan dengan sistem operasi *Microsoft Windows*, *Apple Mac OS*, dan *freeBSD*. *Linux Mint* pula dirancang supaya bisa dipasang bersama sistem operasi lainnya (tercantum yang tersebut diatas), serta bisa secara otomatis mengendalikan suatu area “*dual boot*” ataupun “*multi – boot*” (di mana setiap kali pc dihidupkan pengguna diberikan opsi sistem manakah yang akan dijalankan) selama pemasangan (Umami, 2015).

husus ini adalah kemampuannya. (Woods et al., 2016).

3. **Marker-Based Tracking.**

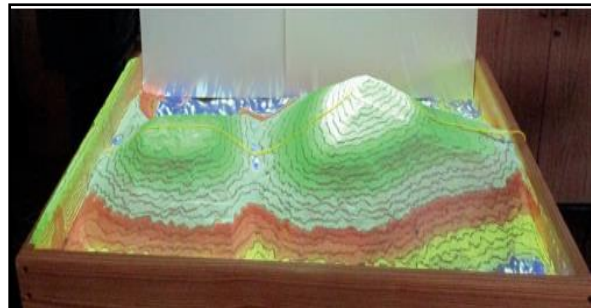
Marker ialah suatu indikator spesial yang mempunyai pola tertentu yang hendak dikenali oleh kamera, sehingga dikala kamera mengetahui marker hingga objek 3D bisa ditampilkan. *Marker Augmented Reality* bisa di kategorikan menjadi dua, yaitu dengan deteksi memakai *marker* (*marker based tracking*) serta tanpa menggunakan *marker* (*markerless*) (Wahyudi et al., n.d.).



Gambar 2. *Marker Based Tracking*

4. **Sandbox.**

Sandbox atau biasa disebut dengan kotak pasir adalah alat jembatan yang menarik kesenjangan antara representasi 2D dan dunia nyata. Jika itu lanskap model 3D di kotak pasir dengan gambar 2D saat diproyeksikan ke layar, hubungan antara keduanya menjadi lebih sederhana dan mudah di akses untuk pemula daripada mempelajari peta yang harus membayangkan medan dan medan sebenarnya. Aspek unik lain visualisasi AR



Gambar 3. *Sandbox*

Dari penelitian ini diharapkan memiliki manfaat untuk Operasi Militer Perang dan Operasi Militer Selain Perang sebagai berikut :

1. Dalam kesatriaian setingkat regu, kompi, batalyon, maupun brigade mampu melaksanakan gladi peta serta pengintaian di wilayah musuh secara otomatis, serta meminimalisir waktu secara efisien
2. Dalam *Sandbox* akan ditampilkan secara 3D untuk memperjelas suatu wilayah ataupun lokasi seperti gunung maupun perairan sehingga dapat mempermudah dan memperjelas menemukan lokasi yang strategis.
3. Peta *Sandbox* 3D dapat digunakan untuk koordinasi tim SAR atau *Resque* sebelum melaksanakan latihan maupun pencarian korban bencana alam.
4. Peta *Sandbox* 3D dapat digunakan juga untuk latihan navigasi pecinta alam dalam penentuan lokasi dan jalur latihan.

Dari penelitian tersebut, diharapkan peta yang di akses oleh sistem *linux mint* berbasis *Augmented Reality* dengan metode *marker based tracking* dapat di tampilkan pada *Sandbox* 3D. Pada peta *Sandbox* 3D berbasis *Augmented Reality* dengan metode *marker based tracking* dapat menampilkan karakter seperti wilayah, objek prajurit, kendaraan tempur, dan lain sebagainya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen adalah sebuah penelitian yang termasuk kuantitatif dan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan pada kondisi yang terkendali, metode eksperimen juga untuk mengetahui variabel independen (bebas) terhadap dependen (terikat) (Nursalam, 2020).

Pada penelitian implementasi *linux mint* peta *sandbox* 3D dengan *augmented reality* berbasis *marker based tracking* dilaksanakan di laboratorium dan bengkel jurusan teknik telekomunikasi militer Politeknik Angkatan Darat mulai dari bulan Januari 2022 sampai dengan bulan Mei 2022.

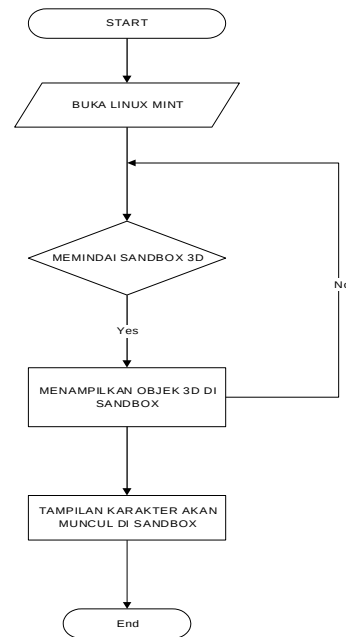
A. Variabel Terikat

1. *Augmented Reality*
2. *Linux Mint*
3. Metode *Marker Based Tracking*

B. Variabel Bebas.

1. Jaringan Internet
2. Lokasi Akses

3. *Sandbox*



Gambar 5. *Flowchart* Kerja Alat

Penelitian ini mengikuti tahapan-tahapan sesuai dengan diagram alur pada gambar 5. *Flowchart* kerja alat ini di rancang untuk menampilkan peta dan karakter pada *sandbox* secara 3D. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Membuka *software linux mint* sebagai *operating system* yang digunakan sebagai pusat dari proses yang berjalan.
2. *Hardware kinect* menangkap gambar yang dilengkapi dengan jarak pada setiap pixel gambar yang di tangkap.
3. Gambar yang dikirim oleh kinect setelah melalui *operating system linux mint*, maka akan dibaca oleh *Driver Kinect*. Dalam hal ini, *driver* yang digunakan adalah *driver freenect*, yang berarti *driver open source* pada *linux mint*.

4. Setelah dari *kinect driver*, gambar akan di proses oleh *open kinect*. *Open kinect* digunakan sebagai *library* untuk pengolahan citra digital.

5. Setelah di pindai oleh *kinect*, tampilan peta dan karakter akan muncul dalam *sandbox* 3D tersebut. Apabila belum muncul, maka akan dilakukan pemindaian ulang.

Pengambilan data Primer

- titik lokasi Anda
- pilih di peta
- wilayah yang diinginkan

Pengambilan data Sekunder

Data sekunder diambil dari jurnal-jurnal yang mendukung untuk mengakses server pada perangkat agar menampilkan aplikasi dan menghasilkan gambar sesuai yang diinginkan oleh peneliti.

RGB (50,255,25) dan tingkat alpha 0.5 maka nilai RGB hasil blending dapat dihitung dengan menerapkan rumus diatas

$$\text{blendR} = 0.5 * 255 + 0.5 * 50$$

$$\text{blendR} = 152.5$$

$$\text{blendG} = 0.5 * 50 + 0.5 * 255$$

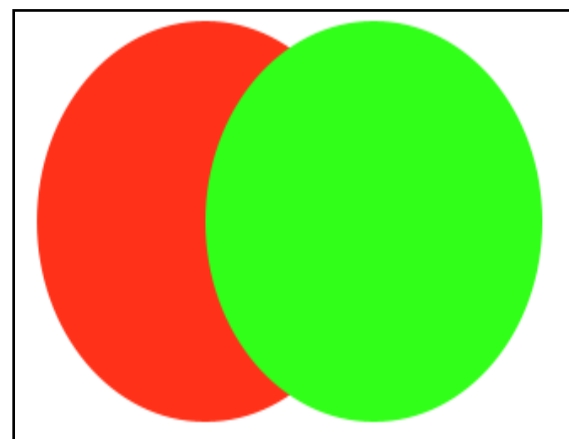
$$\text{blendG} = 152.5$$

$$\text{blendB} = 0.5 * 25 + 0.5 * 25$$

$$\text{blendB} = 25.0$$

```
fill(50, 255, 25, 128);
noStroke();
ellipseMode(CENTER);
ellipse(width/4*2,height/2,width/4, width/4);
```

Jika di implementasikan kedalam program maka cukup dengan menyertakan alpha channel pada parameter fill. Dengan demikian warna yang didapat adalah warna hasil blend. Tanpa blending dua warna akan digambar seperti gambar dibawah ini :



Gambar 6. Warna tanpa blending

HASIL DAN PEMBAHASAN

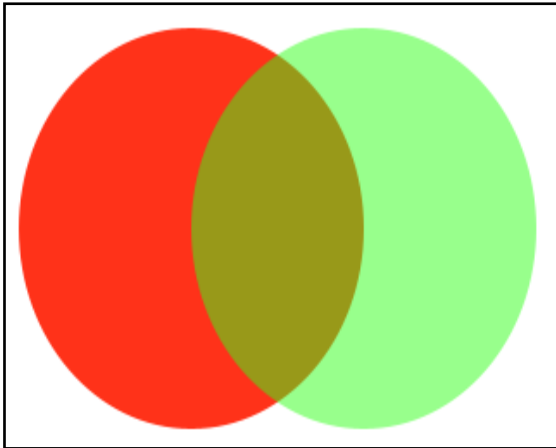
1. Image blending dengan alpha channel.

penggabungan 2 gambar yakni gambar dari asli dari kinect dengan gambar yang burpa depth level menggunakan metode alpha blending dengan mengimplementasikan rumus berikut :

$$R_{\text{blend}} = R_{\text{h}} * \alpha_w + (1 - \alpha_h) * R_{\text{b}}$$

sehingga didapatkan perpaduan dua warna RGB yang apabila diterapkan pada gambar akan menjadikan gambar tumpang tindih. Jika pada suatu pixel terbaca nilai RGB (255,50,25) sedangkan pada map terbaca

Setelah proses blending di eksekusi, maka didapatkan gambar hasil blending sebagai berikut :



Gambar 7. Warna hasil blending

2. Konversi Koordinat UTM.

Peta yang digunakan adalah peta sebagai berikut :



Gambar 8. Peta Koordinat UTM

Karena dalam peta sudah terdapat koordinat, dimana sisi kiri sama dengan sisi kanan. Dan sisi atas sama dengan sisi bawah. Maka untuk mengkonversi dari koordinat x dan y ke koordinat utm cukup

menggunakan rumus perbandingan linear sebagai berikut :

$$\text{Atas/Bawah} = (x - x_{\text{Min}}) * (\text{utmAtasMax} - \text{utmAtasMin}) / (x_{\text{Max}} - x_{\text{Min}}) + \text{utmAtasMin}$$

$$\text{Kanan/Kiri} = (y - y_{\text{Min}}) * (\text{utmKananMax} - \text{utmKananMin}) / (y_{\text{Max}} - y_{\text{Min}}) + \text{utmKananMin}$$

Karena resolusi kinect berada pada 640x480 maka xMax bernilai 640 sedangkan yMax bernilai 480 dan xMin bernilai 0 sedangkan yMin bernilai 0 pula.

Sedangkan dari peta Atas Max bernilai 74 sedangkan Kanan Max bernilai 19 sedangkan Atas Min bernilai 59 sedangkan KananMin bernilai 10. Dengan parameter demikian maka dapat dihitung apabila objek berada pada titik tengah yakni titik x pada nilai 320 dan titik y pada nilai 240 maka titik UTM sebagai berikut :

$$\text{Atas / Bawah} = (320 - 0) * (74 - 59) / (640 - 0) + 59 = 66.5$$

Dengan pembuktian rumus :

$$\begin{aligned} &= 320 * 15 / 640 + 59 \\ &= 4800 / 640 + 59 \\ &= 7,5 + 59 \\ &= 66.5 \end{aligned}$$

$$\text{Kanan / Kiri} = (240 - 0) * (10 - 19) / (480 - 0) + 19 = 14,5$$

Dengan pembuktian rumus :

$$\begin{aligned} &= 240 * -9 / 480 + 19 \\ &= -2160 / 480 + 19 \\ &= -4,5 + 19 \\ &= 14,5 \end{aligned}$$

Maka rumus diatas sudah sesuai karena titik tengah dari peta utm adalah 66.5 pada koordinat atas dan 14.5 pada koordinat kanan.

3. Vector 2 Dimensi untuk pergerakan Objek.

Untuk pemosisian objek yang akan digambar menggunakan operasi vector.

Dimana terdapat 3 vector yakni :

a. Vector posisi awal

Berisikan titik x dan y koordinat dari objek awal atau sebelum objek bergerak

b. Vector posisi sekarang

Berisikan titik x dan y koordinat dari objek sekarang setelah diberikan gaya bergerak oleh perhitungan vector yang di implementasikan

c. Vector posisi tujuan

Berisikan titik x dan y koordinat tujuan dari objek operasi yang digunakan adalah operasi penambahan vector (add), pengurangan vector(sub), dan perkalian vector(mult). Dimana rumus dasarnya sebagai berikut :

add: $\langle ax, ay \rangle + \langle bx, by \rangle = \langle ax+bx, ay+by \rangle$

sub: $\langle ax, ay \rangle - \langle bx, by \rangle = \langle ax-bx, ay-by \rangle$

mult: $\langle ax, ay \rangle * s = \langle ax*s, ay*s \rangle$

Jika titik awal objek adalah (10,10) dan titik tujuan (100,100) maka pergerakan objek dapat dirumuskan sebagai berikut :

awal = $\langle 10, 10 \rangle$

sekarang = $\langle 10, 10 \rangle$

tujuan = $\langle 100, 100 \rangle$

posisi baru = $(\langle \text{tujuan} \rangle - \langle \text{awal} \rangle) * \text{counter} + \langle \text{awal} \rangle$

dimana counter bernilai 0 sampai 1 sesuai kecepatan yang diterapkan.

Jika rumus diatas di implementasikan dengan speed atau kecepatan 0.1 maka sekuens atau urutan yang didapatkan sebagai berikut :

urutan 1:

posisi baru = $\langle 100-10, 100-10 \rangle * 0.1 + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 9+10, 9+10 \rangle$

= $\langle 19, 19 \rangle$

urutan 2:

posisi baru = $\langle 100-10, 100-10 \rangle * 0.2 + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 18+10, 18+10 \rangle$

= $\langle 28, 28 \rangle$

Dengan pembuktian rumus :

= $\langle 90, 90 \rangle * 0.2 + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 18, 18 \rangle + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 28, 28 \rangle$

urutan 3:

posisi baru = $\langle 100-10, 100-10 \rangle * 0.3 + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 27+10, 27+10 \rangle$

= $\langle 37, 37 \rangle$

Dengan pembuktian rumus :

= $\langle 90, 90 \rangle * 0.3 + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 27, 27 \rangle + \langle 10, 10 \rangle$

= $\langle 37, 37 \rangle$

dan berlanjut sampai urutan ke 10 yakni ketika counter bernilai 1

urutan 10:

posisi baru = $\langle 100-10, 100-10 \rangle * 1 + \langle 10,10 \rangle$

$$= \langle 90+10, 90+10 \rangle$$

$$= \langle 100, 100 \rangle$$

Dengan pembuktian rumus :

$$= \langle 90,90 \rangle * 1 + \langle 10,10 \rangle$$

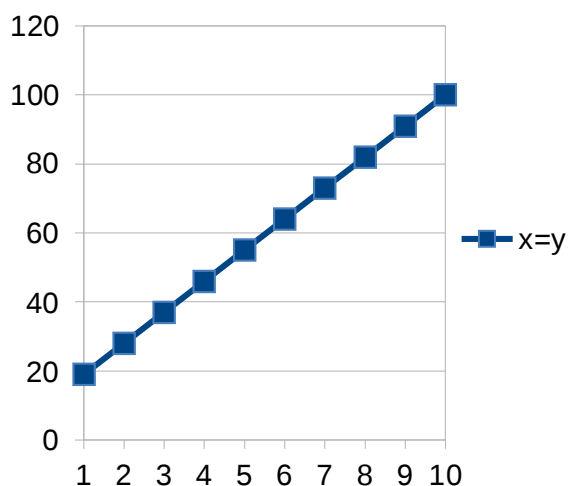
$$= \langle 90,90 \rangle + \langle 10,10 \rangle$$

$$= \langle 100, 100 \rangle$$

Hasil dari plot tabel dan grafik sebagai berikut :

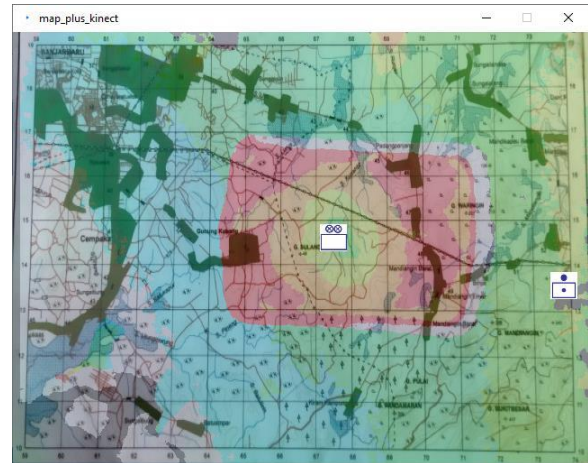
No	Urutan x = y	
1	0.1	19
2	0.2	28
3	0.3	37
4	0.4	46
5	0.5	55
6	0.6	64
7	0.7	73
8	0.8	82
9	0.9	91
10	1	100

Grafik vektor seperti berikut :



Gambar 9. Grafik Vektor untuk pergerakan objek

4. Hasil Perpaduan Gambar Peta Beserta Gambar Depth Level Kinect.



Gambar 10. Hasil perpaduan gambar peta dan gambar depth level kinect

Karena pada proses blending terdapat alpha channel. Maka warna yang ditampilkan merupakan warna perpaduan antara warna pada peta dengan warna yang dihasilkan oleh kinect, sehingga dihasilkan perpaduan 2 gambar yang saling tumpang tindih yang mempunyai filter transparansi.

Selain itu karakter berupa “kodam” dan “regu arm” ditampilkan. Namun tanpa adanya alpha channel, sehingga gambar karakter tampak jelas.

Untuk pengaturan koordinat dari karakter sendiri, dilakukan melalui web interface dengan mengakses <http://localhost/kinect>. Sehingga akan tampil halaman pengaturan sebagai berikut :

The screenshot displays a web application interface. At the top, there is a section titled 'Tabel Karakter' (Character Table). Below this title, there is a search bar and a 'Show' dropdown menu set to '10 entries'. The table itself has five columns: 'No', 'Jenis', 'Koordinat#1', 'Koordinat#2', and 'Tindakan'. It contains two data rows. The first row has '1' in the 'No' column, 'kodam' in 'Jenis', '15,67' in 'Koordinat#1', '15,67' in 'Koordinat#2', and a red 'Hapus' (Delete) button in 'Tindakan'. The second row has '2' in 'No', 'regu arm' in 'Jenis', '18,60' in 'Koordinat#1', '14,73' in 'Koordinat#2', and another red 'Hapus' button. Below the table, it says 'Showing 1 to 1 of 1 entries' with 'Previous' and 'Next' navigation buttons. Below the table is a section titled 'Penambahan Karakter Baru' (Add New Character). It contains a 'Jenis' dropdown menu with 'ki arh' selected, two input fields for 'Koordinat 1' and 'Koordinat 2', and a blue 'Submit' button.

No	Jenis	Koordinat#1	Koordinat#2	Tindakan
1	kodam	15,67	15,67	Hapus
2	regu arm	18,60	14,73	Hapus

Gambar 11. Tabel Karakter

Pada tabel terdapat daftar karakter yang telah terdaftar atau yang akan tampil pada tampilan program. Sedangkan pada form dibawah tabel merupakan tempat ntuk menambahkan karakter baru.

PENUTUP

Berdasarkan pengimplementasian alat ini, maka peneliti menarik kesimpulan yaitu software yang dibuat mampu menampilkan peta dan karakter pada *Sandbox 3D* secara detail dan mampu membantu prajurit dalam melaksanakan gladi peta secara efektif dan efisien. Saran dari peneliti untuk penelitian lebih lanjut adalah perlu dilakukan pembaruan sistem menggunakan android supaya lebih praktis dan optimal dalam penggunaan.

DAFTAR PUSTAKA

aji, W. S. (2020). *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol 6 No 1 Juni 2020 *Perancangan Aplikasi Pengenalan Kendaraan Militer Dengan Augmented Reality Menggunakan Marker Based Tracking Application Of Military Vehicle*

Recognition Application With Jurnal Teknologi Informasi, Vol 6 . 6(1), 28–34.

Christiano, D., Wenthe, M., & Pranatawijaya, V. H. (N.D.). *Dini Menggunakan Teknologi Augmented*.

Mubaraq, M. R. M., Kurniawan, H., & Saleh, A. (2018). Implementasi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Buah-Buahan Berbasis Android. *It Journal*, 6(1), 89–98. [Http://E-Journal.Potensi-Utama.Ac.Id/Ojs/Index.Php/Ijournal/Article/View/426](http://E-Journal.Potensi-Utama.Ac.Id/Ojs/Index.Php/Ijournal/Article/View/426)

Umami, S. R. (2015). *Panduan Resmi Linux Mint 13 Edisi Mate*.

Wahyudi, N., Istts, T. I., Harianto, R. A., Kom, S., Kom, M., Istts, I., Setyati, E., & Istts, T. I. (N.D.). *Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2d Ke Dalam Bentuk 3d Dengan Metode Fast Corner Detection*. 9–18.

Woods, T. L., Reed, S., Hsi, S., Woods, J. A., & Woods, M. R. (2016). Pilot Study Using The Augmented Reality Sandbox To Teach Topographic Maps And Surficial Processes In Introductory Geology Labs. *Journal Of Geoscience Education*, 64(3), 199–214. <https://doi.org/10.5408/15-135.1>