

Prototipe *Augmented Reality* Berbasis *Mobile* untuk Navigasi Pelayaran yang Aman di Wilayah Perairan Selat Madura

Mobile-Based Augmented Reality Prototype for Safe Navigation in the Madura Strait Waters

Aditya Nugraha*, Danar Guruh Pratomo, Cherie Bhekti Pribadi

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

*Korespondensi penulis: ditya.raha@gmail.com

Diterima: 19082021; Diperbaiki: 22042024; Disetujui: 16072024; Dipublikasi: 16072024

Abstrak: Menurut Badan Pusat Statistik Kota Surabaya (2018), sebanyak 2066 nelayan di pesisir Kota Surabaya memiliki pendapatan rata-rata Rp 11.000.000,00. Hal tersebut tentunya berbeda antara satu nelayan dengan nelayan yang lain dikarenakan perbedaan sumber daya dan armada kapal. Diberitakan juga melalui Kurniawan (2020), bahwa nelayan-nelayan tersebut membutuhkan alat bantu navigasi seperti *Global Positioning System (GPS)* dan *Handy Talky (HT)*. Meskipun hal tersebut bisa dilakukan oleh Pemerintah Kota Surabaya, namun alangkah lebih baik apabila difokuskan pada teknologi yang sudah dimiliki oleh para nelayan, yaitu *smartphone*. Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)*, penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe *AR* dalam mengakomodasi kebutuhan keselamatan navigasi pelayaran, khususnya kepada para nelayan. Dalam pembuatannya akan digunakan diagram *Unified Modeling Language (UML)* tipe *use-case* yang terintegrasi dengan standar IHO S-100 sebagai dasar pembuatan aplikasi. Pembuatan prototipe *AR* menggunakan data peta laut nasional dan data batimetri nasional yang nantinya akan dibuat dalam bentuk aplikasi *smartphone* berbasis *android*. Aplikasi yang diberi nama *Marine Augmented Reality System (MARS)* akan memiliki fitur berupa peta 3D berbasis gambar dan simulasi kapal yang bisa digerakkan agar pengguna bisa mempelajari sistem *buoy*.

Copyright © 2024 Geoid. All rights reserved.

Abstract: According to the Central Bureau of Statistics of the City of Surabaya (2018), as many as 2066 fishermen on the coast of Surabaya City have an average income of Rp. 11,000,000.00. This is certainly different from one fisherman to another due to differences in resources and ship fleets. It was also reported through Kurniawan (2020), that the fishermen needed navigational aids such as the *Global Positioning System (GPS)* and *Handy Talky (HT)*. Although this can be done by the Surabaya City Government, it would be better if it was focused on the technology already owned by the fishermen, namely *smartphones*. By using *Augmented Reality (AR)* technology, this study aims to create an *AR* prototype to accommodate the safety needs of shipping navigation, especially for fishermen. In its manufacture, a *use-case* type *Unified Modeling Language (UML)* diagram will be used which is integrated with the IHO S-100 standard as the basis for making applications. Making an *AR* prototype using national nautical chart data and national bathymetry data which will later be made in the form of an *Android*-based *smartphone* application. The application, called the *Marine Augmented Reality System (MARS)* will feature a 3D image-based map and a ship simulation that can be moved so that users can learn about the *buoy* system.

Kata kunci: Nelayan, Navigasi, *Augmented Reality*, IHO S-100

Cara untuk sitasi: Nugraha, A., Pratomo, D. G., & Pribadi, C. B. (2024). Prototipe *Augmented Reality* Berbasis *Mobile* Untuk Navigasi Pelayaran Yang Aman Di Wilayah Perairan Selat Madura. *Geoid*, 19(2), 338 - 348

PENDAHULUAN

Teknologi *AR* (*Augmented Reality*) merupakan salah satu teknologi yang ada pada Revolusi Industri 4.0 yang dapat menghadirkan objek 3D yang dibuat melalui komputer dan dapat ditampilkan pada dunia nyata secara *real-time* (Furht 2011). Secara umum, teknologi *AR* tidak seperti teknologi *VR* (*Virtual Reality*) yang membutuhkan perangkat khusus seperti *headset VR* dan *console* untuk interaksi, teknologi *AR* cukup memerlukan *smartphone* untuk menikmatinya. Sistem *AR* hadir untuk memberikan peningkatan substansial dalam *geo-visualization* setelah menyempurnakan pemandangan nyata dengan informasi virtual.

Teknologi *AR* banyak digunakan pada dunia industri pabrik dan *game*, namun masih sedikit di bidang *GIS* (*Geographical Information System*). Hal tersebut tentunya tidak dapat dinikmati oleh masyarakat menengah ke bawah, sebagai contoh adalah nelayan di Selat Madura. Selat Madura merupakan selat yang memisahkan Pulau Jawa dan Madura. Tipe perairan Selat Madura setengah tertutup (*semi-enclosed sea*), pada bagian timur dan barat laut perairan Selat Madura mempunyai tipe terbuka, di bagian timur perairan Selat Madura berbatasan dengan Selat Bali. Fenomena oseanografi dan kondisi demografi yang beragam juga menunjang Selat Madura sebagai sarana prasarana perekonomian yang sangat penting bagi masyarakat Jawa Timur yang dimanfaatkan sebagai objek pariwisata, industri, dan transportasi (Purnomo, Purwanto, Indrayanti 2014).

Dalam bidang transportasi Selat Madura adalah salah satu selat dengan alur pelayaran yang padat yang tentunya memiliki nilai resiko kecelakaan dan kondisi nelayan yang dengan pendapatan bervariasi akibat perbedaan armada kapal dan sumber daya serta kurangnya perlengkapan navigasi seperti *GPS* (*Global Positioning System*) dan *HT* (*Handy Talky*). Dengan ribuan kapal yang melintas tiap tahunnya, maka dibutuhkan sistem navigasi pelayaran yang baik, salah satunya adalah sarana bantu navigasi pelayaran. Sarana bantu navigasi pelayaran adalah peralatan atau sistem yang berada di luar kapal yang didesain dan dioperasikan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi bernavigasi kapal dan/atau lalu lintas kapal.

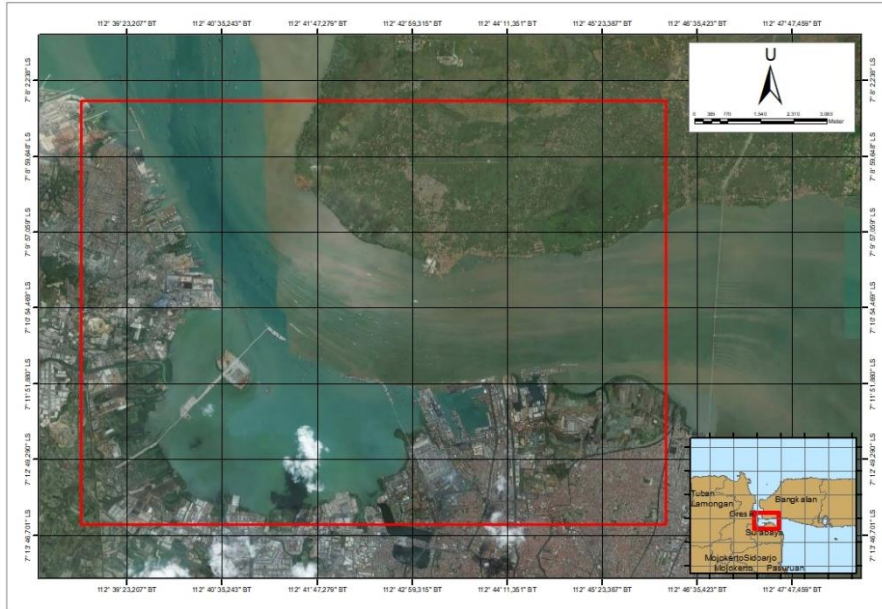
Pada penelitian ini membuat prototipe *AR* sebagai salah satu sarana untuk mewujudkan alur pelayaran yang aman. Sistem *AR* yang digunakan yaitu *image tracking* yang mampu membantu pengguna untuk menampilkan informasi berupa peta laut dalam bentuk 3D serta dibantu dengan tampilan (*UI*) yang interaktif dan menarik. Dalam penelitian ini nantinya juga akan dilakukan uji usability untuk menilai prototipe *AR* yang dibuat sesuai dengan ekspektasi penggunaanya.

METODOLOGI PENELITIAN

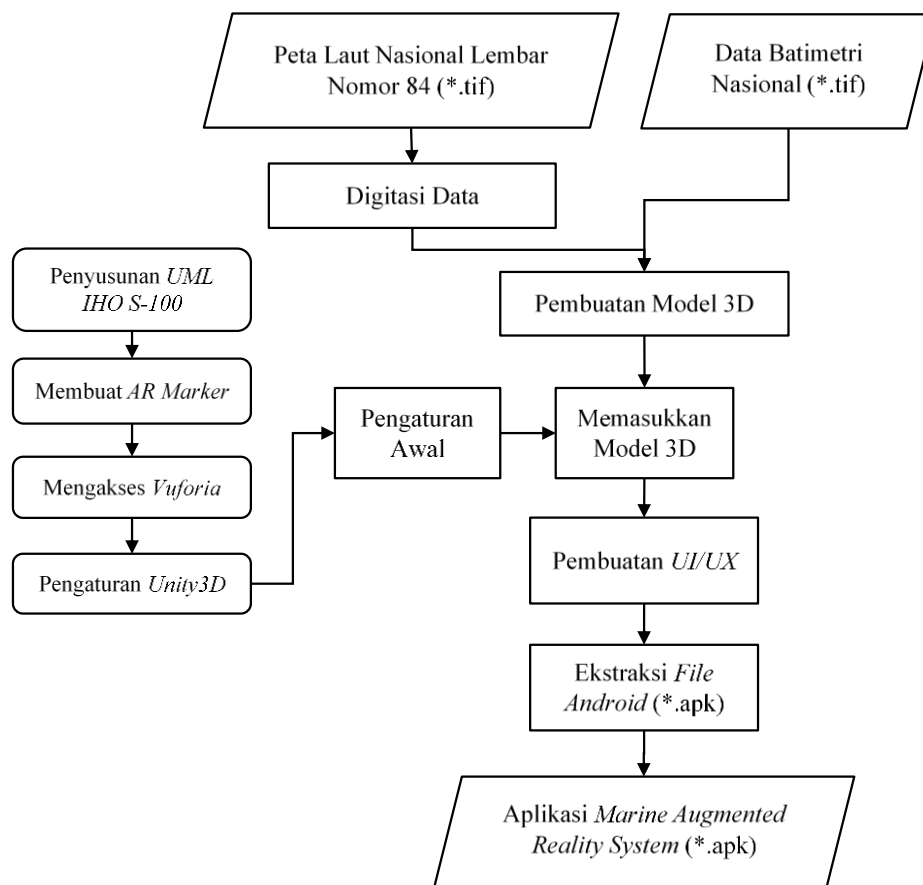
Adapun lokasi penelitian yaitu pada Pelabuhan Tanjung Perak di Selat Madura, yang berada pada koordinat 7°8'17,42" LS - 7°13'38,64" LS dan 112°38'47,81" BT - 112°46'11,54" BT. Area penelitian memiliki luas sebesar 134.353 km². Adapun pada penelitian ini diagram alir pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 2.

Pembuatan prototipe *augmented reality* dimulai dengan melakukan digitasi data dari peta laut nasional. Proses digitasi data dilakukan di perangkat lunak *ArcGIS* untuk mendapatkan koordinat lintang dan bujur dari fitur-fitur yang ada. Selanjutnya dilakukan pembuatan model 3D fitur-fitur dari peta laut nasional. Adapun pembuatan model 3D fitur dilakukan di perangkat lunak *SketchUp* serta mengacu pada ketentuan *U.S. Chart No. 1* dan *IALA Maritime Buoyage System*. Selain itu, pembuatan model 3D topografi area penelitian juga dilakukan menggunakan data batimetri nasional pada perangkat lunak *BlenderGIS*. Sebelum membuat prototipe, dilakukan perancangan *UML IHO S-100* sebagai dasar untuk pembuatan aplikasi. Prototipe *augmented reality* nantinya akan menggunakan sistem *image tracking*, sehingga *AR Marker* dibutuhkan agar sistem dapat berjalan. *AR Marker* yang akan digunakan yakni berupa *QR Code*, harus didaftarkan terlebih dahulu melalui laman *web Vuforia* (<https://developer.vuforia.com>) untuk mendapatkan *license manager* (berupa kode lisensi) dan *target manager* (berupa file *.unitypackage berisi *QR Code*). Setelah itu, *license manager* dan *target manager* dimasukkan ke dalam perangkat lunak Unity3D agar *AR Marker* yang telah dibuat dapat dikenali. Penyusunan model 3D dilakukan melalui perangkat lunak Unity3D berdasarkan hasil digitasi. Adapun susunan *layer* pada sistem *AR* dari bawah ke atas yakni *AR Marker*, model 3D batimetri

nasional, model 3D fitur. Pembuatan desain UI (*User Interface*) dilakukan di perangkat lunak Adobe Illustrator dan kemudian disusun *UX (User Experience)* melalui perangkat lunak *Unity3D* yang konsisten, memungkinkan pengguna untuk menggunakan pintasan, informatif, desain dialog, terdapat penanganan kesalahan sederhana, ada pembalikan Tindakan, fokus kontrol internal, dan beban memori jangka pendek yang kecil (Schneiderman, 1992).



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Prototipe AR

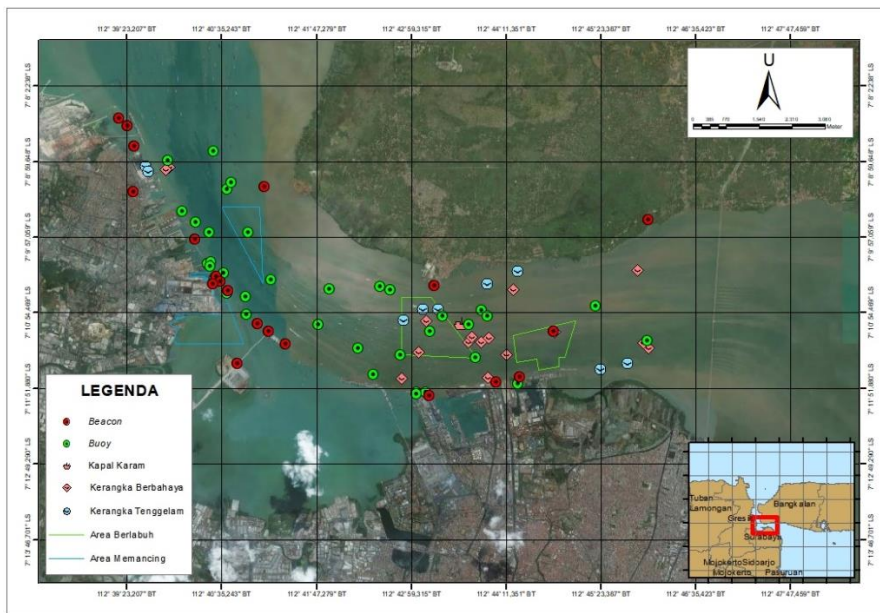
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pembuatan Model 3D

Hasil digitasi ditunjukkan oleh Gambar 3, dengan fitur-fitur yang telah terdigitasi sebagai berikut:



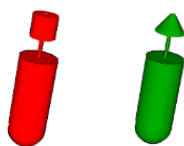
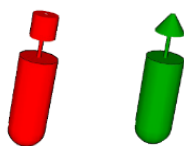
- Buoy dengan jumlah 35 buah (Fitur Point)
- Beacon dengan jumlah 19 buah (Fitur Point)
- Wreck dengan jumlah 1 buah (Fitur Point)
- Mercusuar dengan jumlah 1 buah (Fitur Point)
- Kerangka berbahaya dengan jumlah 15 buah (Fitur Point)
- Kerangka tenggelam dengan jumlah 8 buah (Fitur Point)
- Area Berlabuh dengan luas 2,710 km² (Fitur Area)
- Area Memancing dengan luas 2,008 km² (Fitur Area)


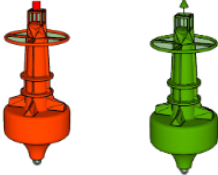
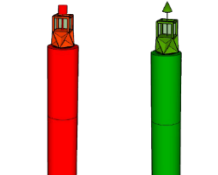




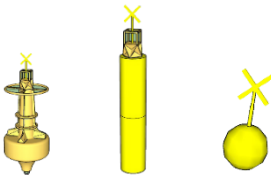



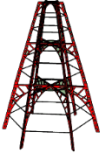





Adapun Tabel 1 menunjukkan beberapa sampel pembuatan model 3D dari fitur-fitur yang ada.





Gambar 3. Hasil Digitasi

Tabel 1. Sampel Hasil Pembuatan Model 3D

Desain Model 3D	Keterangan
	<i>Buoy Barrel Safe Water</i>
	<i>Buoy Barrel Starboard Lateral A</i>
	<i>Buoy Can Port Lateral A (kiri)</i>
	<i>Buoy Can Starboard Lateral A (kanan)</i>

Desain Model 3D	Keterangan
	<i>Buoy Conical Starboard Lateral A</i>
	<i>Buoy Pillar Port Lateral A (kiri)</i>
	<i>Buoy Pillar Starboard Lateral A (kanan)</i>
	<i>Beacon Pillar Port Lateral A (kiri)</i>
	<i>Beacon Pillar Starboard Lateral A (kanan)</i>
	<i>Beacon Pillar South Cardinal (kiri)</i>
	<i>Buoy Pillar North Cardinal (kanan)</i>
	<i>Buoy Pillar Special Purpose (kiri)</i>
	<i>Beacon Pillar Special Purpose (tengah)</i>
	<i>Buoy Spherical Special Purpose (kanan)</i>
	<i>Beacon Tower Port Lateral A (kiri)</i>
	<i>Beacon Tower Starboard Lateral A (kanan)</i>
	<i>Area Perikanan (kiri)</i>
	<i>Area Berlabuh (kanan)</i>
	<i>Kerangka Tenggelam (kiri)</i>
	<i>Kerangka Berbahaya (kanan)</i>
	

Desain Model 3D	Keterangan
	Wreck (Kapal Karam)
	Mercusuar

Pemodelan 3D data batimetri nasional yang dilakukan melalui perangkat lunak Blender dilakukan *overlay* terhadap citra *bing*, Pemodelan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.



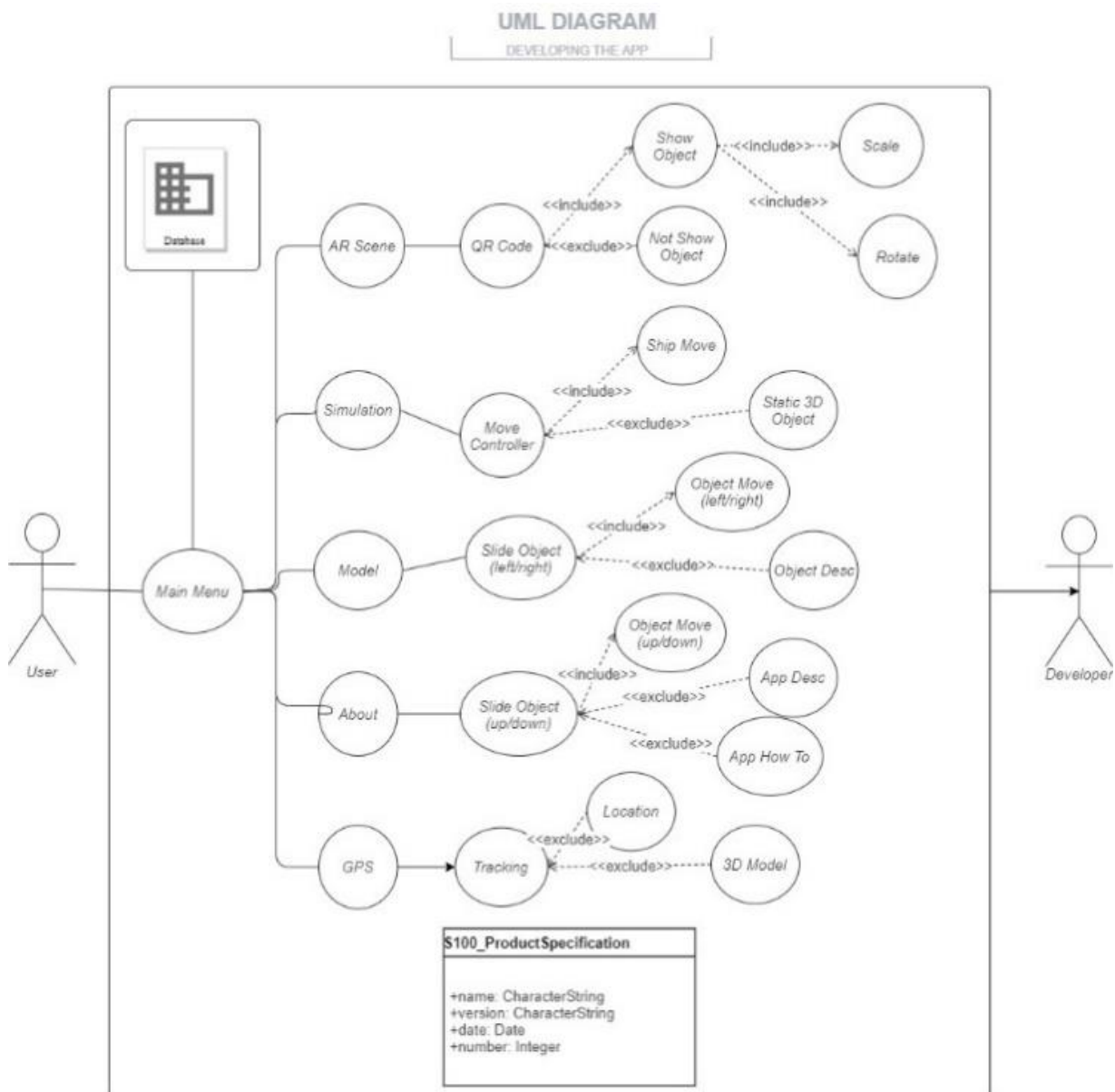
Gambar 3. Hasil Pemodelan 3D Data Batimetri Nasional

2. Analisa Berdasarkan UML IHO S-100

Standar *IHO S-100* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi *AR* ini difokuskan pada Skema Pembuatan Aplikasi. Penggambaran skema *UML* dilakukan melalui diagram *use case*, di mana setiap kelas menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem, serta adanya interaksi antara *user* dan *developer*. Adapun penggambaran *UML* pembuatan aplikasi *AR* sebagai berikut:

- *User* saat menggunakan aplikasi *MARS (Marine Augmented Reality System)* dapat berinteraksi dengan fitur-fitur yang ada.
- Aplikasi *MARS* memiliki *product specification* sesuai dengan ketentuan yang ada pada standar *IHO S-100*.

Adapun penerapan standar *IHO S-100* lainnya terdapat pada penamaan serta penggambaran *buoy* dan *beacon* pada peta laut nasional. Penamaan dan penggambaran yang beragam sesuai dengan karakteristiknya dilakukan agar pengguna peta laut nasional dapat mengidentifikasi *buoy* dan *beacon* yang ada.



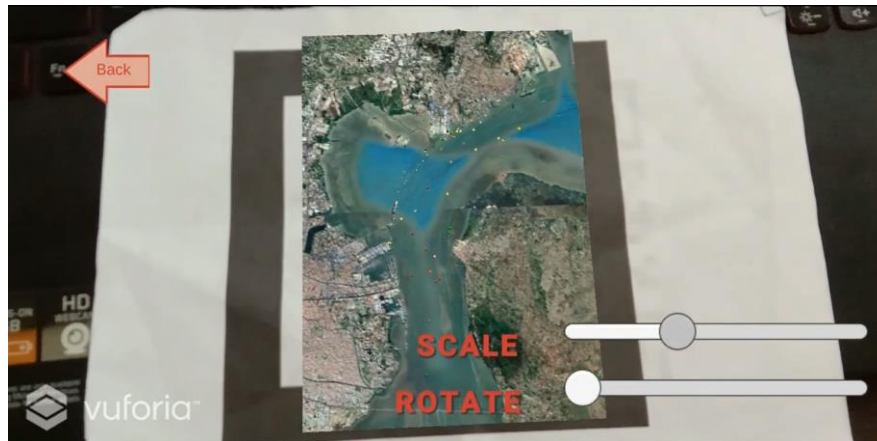
Gambar 4. Diagram UML IHO S-100 Use Case

Adapun penerapan standar *IHO S-100* lainnya terdapat pada penamaan serta penggambaran *buoy* dan *beacon* pada peta laut nasional (lebih tepatnya pada Bab 9 IHO S-100 tentang *Portrayal/Penggambaran*). Penamaan dan penggambaran yang beragam sesuai dengan karakteristiknya dilakukan agar pengguna peta laut nasional dapat mengidentifikasi *buoy* dan *beacon* yang ada. Karena masih minimnya analisa mengenai standar *IHO S-100*, maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut mengenai *Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)* dan standar *IHO S-100*.

3. Augmented Reality dalam Menampilkan Model 3D

Sistem *augmented reality* yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan sistem *image tracking*. Sistem akan melakukan *scan* melalui kamera *smartphone* untuk mendeteksi *QR Code* yang telah terhubung pada sistem *vuforia*. Apabila terdeteksi, maka model 3D akan muncul. Pada Gambar 4, *user* dapat berinteraksi dengan

model 3D dengan cara perbesar/perkecil serta memutar searah/berlawanan jarum jam. Tidak hanya itu, *user* juga mampu kembali ke menu utama dengan tombol *back* pada pojok kiri atas.



Gambar 5. Visualisasi Menu *AR Scene* pada Aplikasi *MARS*



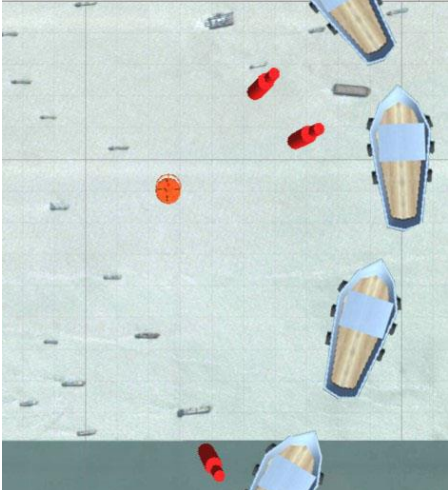
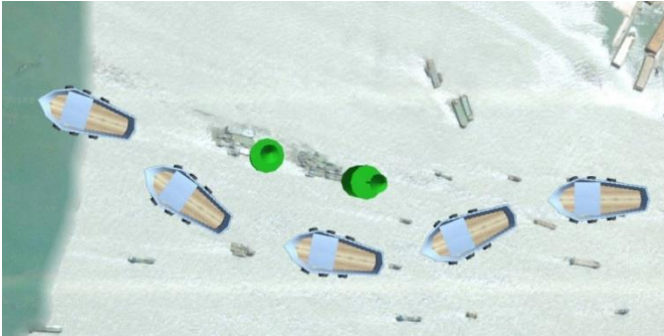
Gambar 6. Visualisasi Menu *GPS Locator* pada Aplikasi *MARS*


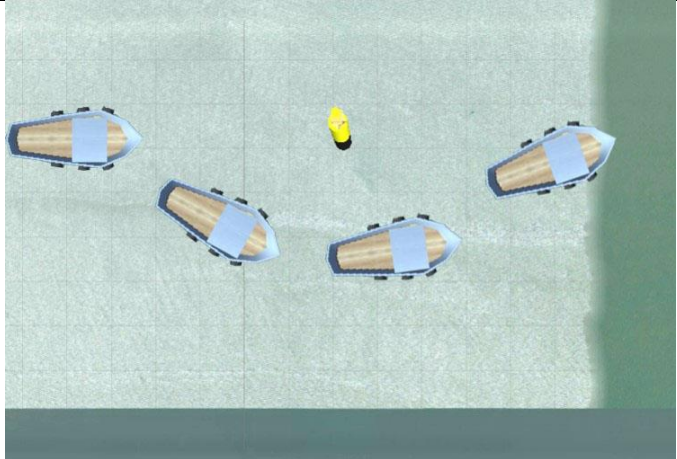
Selain menggunakan sistem *AR image-tracking*, aplikasi ini juga menerapkan sistem *AR* yang terintegrasi dengan *GPS*. Karena aplikasi ini dibuat dengan dasar sebuah “prototipe” dan tidak memungkinkan untuk melakukan percobaan di laut, maka bentuk pengintegrasian dengan *GPS* dilakukan di Lapangan Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Aplikasi mampu menampilkan beberapa sampel dari model 3D yang telah dibuat pada lingkungan nyata melalui layar *smartphone*. Koordinat model 3D sebelumnya ditentukan secara manual melalui perangkat lunak *GoogleEarth*. Pada Gambar 6, ada beberapa informasi yang dapat ditampilkan antara lain koordinat (lintang, bujur, ketinggian terhadap *Mean Sea Level/MSL*), akurasi dari posisi model 3D, jarak yang ditempuh ketika pengguna berjalan dari titik awal, *motion* saat menggerakkan *smartphone* (*roll, pitch, yaw*), arah orientasi Utara sebenarnya dan Utara magnetis, serta kondisi dari sistem *AR* yang menyatakan posisi model 3D sudah *fix* atau belum. Posisi model 3D dapat berubah sewaktu-waktu saat *GPS smartphone* mengalami perpindahan posisi. Dikatakan model 3D berada di tempat yang benar/mendekati benar apabila akurasi memiliki nilai 2-5 meter, dan dikatakan salah/jauh dari posisi asli apabila akurasi memiliki nilai lebih dari 10 meter (Fortes 2018).

4. Analisa Berdasarkan Sistem *Buoy*

Indonesia merupakan salah satu negara yang menggunakan sistem *buoy region A*, yang artinya *buoy* yang berwarna merah harus berhadapan langsung dengan sisi *port* kapal, sedangkan *buoy* yang berwarna hijau harus berhadapan langsung dengan sisi *starboard* kapal. Adapun penjelasan lain mengenai *buoy* sebagai berikut:

Tabel 2. Penjelasan Mengenai Arah Kapal Berdasarkan Sistem *Buoy*

Ilustrasi Pergerakan Kapal	Keterangan
	<p>Untuk <i>buoy</i> dan <i>beacon</i> berwarna merah, maka kapal harus melewatinya pada sisi sebelah kiri (<i>port</i>)</p>
	<p>Untuk <i>buoy</i> dan <i>beacon</i> berwarna hijau, maka kapal harus melewatinya pada sisi sebelah kanan (<i>starboard</i>)</p>

Ilustrasi Pergerakan Kapal	Keterangan
	<p>Untuk <i>buoy</i> dan <i>beacon</i> berwarna kuning menandakan bahwa kapal harus berhati-hati saat melewati <i>buoy</i> tersebut.</p> <p>Untuk <i>buoy</i> dan <i>beacon</i> berwarna merah putih menandakan bahwa kapal berada pada perairan aman</p>
	<p>Untuk <i>buoy</i> dan <i>beacon</i> dengan kombinasi warna hitam kuning, menandakan bahwa <i>buoy</i> tersebut berjenis <i>cardinal</i>, yang artinya kapal harus melewati sesuai arah mata angin mengikuti karakteristik dari <i>buoy</i> tersebut.</p>

5. Kelebihan dan Kekurangan Aplikasi

Berikut merupakan tabel yang menjelaskan mengenai kelebihan dan kekurangan dari aplikasi yang dibuat.

Tabel 3. Kelebihan dan Kekurangan Aplikasi MARS

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Mampu memunculkan peta secara 3D melalui <i>QR Code</i> • Pengguna dapat mempelajari sistem <i>buoy</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Belum bisa memunculkan informasi koordinat dan kedalaman pada menu simulasi • Belum ada informasi skala pada menu <i>AR Scene</i> • <i>Smartphone</i> yang digunakan harus memiliki dukungan terhadap <i>Google Play Service for ARCore</i>, sensor <i>GPS</i>, sensor magnetis, dan <i>gyroscope</i>

KESIMPULAN

Dari hasil analisis penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan yakni dihasilkan aplikasi berbasis *Android* yang menggunakan sistem *AR* berbasis gambar serta sistem *AR* yang terintegrasi dengan *GPS*. Aplikasi *MARS* mampu memunculkan model 3D melalui *QR Code*, dapat melakukan simulasi menggerakkan kapal sebagai pembelajaran sistem *buoy*, serta mampu memunculkan model 3D pada layar *smartphone* yang terhubung dengan lingkungan sekitar. Kedua aplikasi yang disusun dengan diagram *UML use-case* yang terintegrasi dengan *IHO S-100* masih memiliki analisa yang sedikit terhadap standar *IHO S-100*, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian dan pengembangan prototipe berupa aplikasi ini perlu dilakukan lebih lanjut agar dapat dibuat dan disebarluaskan secara masal.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiralty (1994). IALA Maritime Buoyage System NP735. United Kingdom Hydrographic Office.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Banyaknya Nelayan, Pengusaha Tambak dan Rata-rata Pendapatannya 2007 – 2018. Surabaya: Badan Pusat Statistik. <https://surabayakota.bps.go.id/statistable/2020/04/29/663/banyak-nya-nelayan-pengusaha-tambak-dan-rata-rata-pendapatannya-2007-2018.html>.
- Fortes, D. (2018). AR + GPS Location. Diakses pada 19 Mei 2021 dari <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/ar-gps-location-134882>
- Furht, B. (Ed.). (2011). Handbook of augmented reality. Springer Science & Business Media.
- International Hydrographic Organization. (2018). Special Publication-100 Universal Hydrographic Data Model. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Kurniawan, D. (2020). 2 Permintaan Nelayan Surabaya kepada Pemkot. Indonesia: Liputan 6. <https://surabaya.liputan6.com/read/4172835/2-permintaan-nelayan-surabaya-kepada-pemkot>.
- National Oceanographic and Atmospheric Administration. (2019). U.S. Chart No. 1 - 13th Edition: Symbols, Abbreviations and Terms Used on Paper and Electronic Navigational Charts. National Oceanic and Atmospheric Administration: Department of Commerce
- NOAA (2019). U.S. Chart No. 1 - 13th Edition: Symbols, Abbreviations and Terms Used on Paper and Electronic Navigational Charts. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Purnomo, F., Purwanto, P., & Indrayanti, E. (2014). Kajian Potensi Arus Laut Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Perairan Sekitar Jembatan Suramadu Selat Madura. *Journal of Oceanography*, 3(3), 294-303.
- Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 2010 tentang Kenavigasian. Indonesia: Pemerintah Pusat.
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M. S., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. (2016). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Pearson.