

Pengembangan Perangkat Lunak Rencana Terbang (Flight Plan) Simulasi Terbang

Ariawan D Rachmanto¹⁾*,Hernawati²⁾

Prodi Teknik Informatika-Fakultas Ilmu Komputer Informatika
Universitas Nurtanio Bandung
Jl. Pajajaran 219 Bandung 40174

* *Corresponding Author* : ariawan@unnur.ac.id

Abstract - *Flight plan is one of the steps that must be done before making a flight. Flight plans must be sent to ATS (Air Traffic Services) no later than an hour before the aircraft takes off from the airport of origin. Flight plan is a requirement whether flying IFR or VFR. In this research, a software will be developed to create a flight plan that contains basic information (flight route) such as aircraft number, initial departure, destination/arrival airport, fuel carried, waypoints (routes) traveled with Navaid as a flight guide, altitude. The software was developed using map modeling using MapX 4.0 with the programming language using C# Visual Studio 2010, the database using MySql to store airport data, NavAids data, flight plan data including waypoint data which is a route. The map is equipped with Indonesian airport points, NavAids (VOR and NDB), waypoints and airways. The software development method is using Prototype method.*

Keyword : *flight plan ,mysql,mapX 4.0,waypoint,airways.*

I. PENDAHULUAN

Penerbangan merupakan suatu hal yang harus direncanakan secara matang karena menyangkut berbagai aspek keamanan, baik dalam keamanan lalu lintas hingga keselamatan para awak pesawat serta para penumpang. Masih banyaknya insiden dalam penerbangan membuktikan bahwa rencana suatu penerbangan harus diperhatikan secara hati-hati, mulai dari kondisi pesawat hingga prakiraan cuaca dari rute yang akan dilalui.

Pesawat terbang merupakan sarana transportasi yang diperlukan manusia karena kecepatannya dibandingkan dengan sarana transportasi lainnya. Dalam bekerja di udara pilot memerlukan persiapan yang matang, karena sebelum melakukan penerbangan terlebih dahulu harus dibuat rencana terbang. Rencana Terbang (*Flight Plan*) adalah informasi mengenai rencana penerbangan yang diajukan oleh pilot atau petugas operator penerbangan, berisi data tujuan, jenis penerbangan dan jenis pesawat yang dipersiapkan untuk unit pelayanan lalu lintas udara. Informasi dari *flight plan* diperlukan oleh *Air Traffic Services* (Pelayanan Lalu Lintas Udara), sebagai pemandu dan pengaturan lalu lintas pesawat terbang yang berada di udara, tujuan dari pengaturan tersebut adalah untuk menghindari tabrakan antar pesawat terbang, menghindarkan pesawat yang sedang berada di daerah pergerakan pesawat dengan penghalang lainnya demi terciptanya kelancaran serta keteraturan lalu lintas udara [1].

Dengan adanya *flight plan* sebelum melakukan penerbangan, akan mudah tugas pemandu lalu lintas udara dalam melaksanakan tugasnya menuntun pesawat terbang agar

selamat sampai bandara tujuan. Format rencana penerbangan seperti ditentukan dalam ICAO Doc 4444, umumnya mencakup informasi dasar seperti bandara keberangkatan, bandara kedatangan, perkiraan waktu perjalanan, bandara alternatif jika cuaca buruk, *altitude*, *speed*, *weight*/berat, *fuel quantity*, jumlah penumpang, informasi tentang pesawat itu sendiri dan rute yang akan dilalui untuk mencapai bandara tujuan [2].

Pada penelitian ini dikembangkan perangkat lunak *flight plan* yang disimpan dalam database, yang nantinya akan dibaca sebagai data simulasi penerbangan pesawat. Perangkat lunak yang dikembangkan menggunakan sebagian data rencana terbang dalam dokumen ICAO diatas, seperti *tail number*, bandara asal, bandara tujuan, *fuel capacity* dan rute yang dilalui berupa *waypoint*.

II. Metode Penelitian

2.1 Objek Penelitian

Flight plan merupakan syarat utama dalam penerbangan, sebelum melakukan penerbangan pilot harus menyerahkan dokumen *flight plan* terlebih dahulu pada pejabat bandara yang berwenang. Rencana penerbangan umumnya ditentukan dahulu waktu pesawat berada di *ground* baik oleh pilot ataupun petugas operator profesional.

Flight plan yang diterapkan di Indonesia menggunakan format dari International Civil Aviation Organization (ICAO). Pada umumnya informasi yang tertulis pada *flight plan* adalah bandara keberangkatan, bandara tujuan,, bandara alternatif jika cuaca buruk, jenis penerbangan *IFR* atau *VFR*, informasi

pilot, informasi jumlah penumpang, kapasitas bahan bakar. Terbang *IFR (Instrument Flight Rule)* adalah jenis penerbangan dari bandara keberangkatan menuju bandara tujuan dengan bantuan instrument dalam pesawat dengan menggunakan navaid (peralatan navigasi) seperti VOR, NDB. Terbang *VFR (Visual Flight Rule)* adalah jenis penerbangan dari bandara keberangkatan menuju bandara tujuan dengan menggunakan tanda-tanda alam yang terdapat di darat, dapat berupa jalan, sungai, tugu/monumen, gedung, gunung dan lainnya.

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan ruang udara seluas 7.539.693 Km², jika setiap pesawat terbang dapat bebas terbang maka akan sering terjadi kecelakaan pesawat di udara. Ruang Udara (Airspace) adalah ruang yang terletak di atas ruang daratan atau di atas perairan Indonesia dimana Indonesia memiliki kedaulatan yang telah diakui berdasarkan hukum internasional^[3]. Penerbangan diatas ruang udara Indonesia berikut diambil dari www.flightradar24.com,

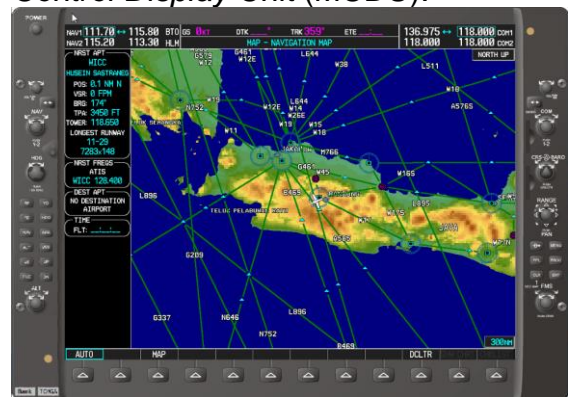


Gambar 2.1 Ruang Udara Indonesia
17 Oktober 2022 jam 13:30

Rute yang digunakan dalam rencana terbang dapat berupa *airway*, *navaid* (VOR dan NDB). *Airway* adalah lintasan atau jalur yang digunakan pesawat untuk terbang dari bandara asal ke bandara tujuan, terdapat *low airway* dan *high airway*. *Airway* menghubungkan *navaid* dengan *enroute intersection* atau dapat menghubungkan antara 2 *enroute intersection*. *Navaid* terdiri dari

NDB(ADF) dan VOR/DME, yang bekerja pada frekuensi mulai dari 108 MHz sampai 117.975 MHz [4], dinyatakan dengan simbol 3 huruf misal BND untuk VOR/DME Bandung. *Non Directional Beacon (NDB)* atau *ADF (Automatic Direction Finder)*, NDB/ADF bekerja pada frekuensi mulai dari 530 kHz sampai 1750 KHz [5], dinyatakan dengan simbol 2 huruf misal OY untuk NDB/ADF Bandung.

Flight Management System (FMS) merupakan komponen mendasar dari avionik pesawat terbang. Fungsi dari FMS diantaranya adalah membuat flight plan untuk kemudian ditampilkan pada *Electronic Flight Instrument System (EFIS)*, *Navigation Display (ND)* atau *Multifunction Display(MFD)*. Pada pesawat terbang Boeing, Airbus membuat *flight plan* untuk keperluan selama terbang ada pada *Multifunction Control Display Unit (MCDU)*.



Gambar 2.2 MFD Garmin Integrated
Flight Deck Trainer

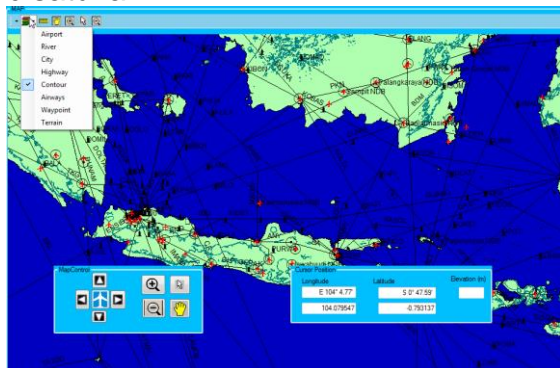
Garmin Integrated Flight Deck Trainer Version 14.01 merupakan Garmin 950 versi demo, terdapat menu untuk membuat *flight plan*. *Flight plan* dari bandara asal Husein Sastranegara Bandung (WICC) dengan bandara tujuan Achmad Yani dengan melalui VOR IMU (Kertajati). Flight Plan yang dihasilkan seperti pada gambar berikut,



Gambar 2.3 Flight Plan Garmin Integrated Flight Deck Trainer

2.2 Pemodelan Map

Pemodelan peta untuk membuat perangkat lunak menggunakan MapX 4.0, diintegrasikan dengan bahasa pemrograman C# Visual Studio 2010. MapInfo adalah software pengolah data spasial yang banyak digunakan dalam analisis Sistem Informasi Geografis, perangkat lunak mapinfo terpadu dengan penambahan atribut yang ada dalam data tabel dengan format .TAB [6]. Dengan menggunakan perangkat Geoset Manager produk dari MapInfo layer-layer seperti layer *airport*, layer *VOR/DME*, layer *NDB/ADF*, layer *airways* yang telah dibuat dapat disatukan.



Gambar 2.4 Pemodelan Map

2.3 Bearing dan Range

Range atau jarak adalah jarak antara 2 *waypoint* yang telah ditentukan sebagai rute, jarak dinyatakan dengan satuan

nautical mile. Jarak antara 2 *waypoint* dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [7],

$$jarak = \arccos(\sin(lat1) * \sin(lat2) + \cos(lat1) * \cos(lat2) * \cos(lon1 - lon2))$$
 Dimana *lat1* dan *lon1* adalah titik latitude dan longitude *waypoint* 1, *lat2* dan *lon2* adalah titik latitude dan longitude *waypoint* 2.

Bearing adalah sudut yang dibentuk oleh garis antara 2 titik *waypoint* terhadap kutub utara, dinyatakan dengan derajat. Perhitungan *bearing* menggunakan persamaan berikut [7],

$$bearing = 2\pi - \arccos\left(\frac{\sin(lat2) - \sin(lat1) * \cos(jarak)}{\sin(jarak) * \cos(lat1)}\right)$$

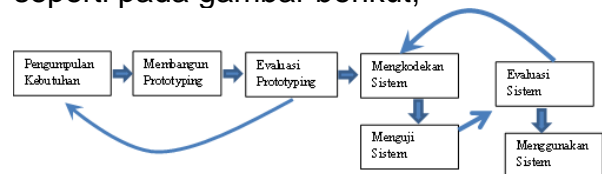
Jika $\sin(lon2 - lon1) < 0$

$$bearing = \arccos\left(\frac{\sin(lat2) - \sin(lat1) * \cos(jarak)}{\sin(jarak) * \cos(lat1)}\right)$$

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENT

3.1 Perancangan

Metode yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak adalah metode *prototype*. Dengan menggunakan metoda *prototype* diharapkan pengembangan perangkat lunak *flight plan* dapat dilakukan lebih cepat. Skema dari metoda *prototype* seperti pada gambar berikut,



Gambar 2.5 Metoda Prototype

Pengumpulan kebutuhan perangkat lunak *flight plan*, disesuaikan dengan display *flight plan status* pada *Primary Flight Display (PFD)* penelitian terdahulu [7].

Membangun *prototype*, dengan menganalisa input yang diperlukan *flight plan*. Membuat rancangan peta (map) sebagai tampilan, merancang database

dalam perangkat lunak *flight plan* menggunakan RDBMS MySQL kemudian mengupload data-data seperti *airport*, *navaids* sehingga data-data tersebut dapat digunakan pada *prototype* yang dibuat.

Evaluasi *Prototyping*, evaluasi ini dilakukan apakah data-data pada *prototyping* yang sudah dibangun sudah sesuai dengan yang diinginkan, jika ada kekurangan data yang diperlukan proses kembali pada pengumpulan kebutuhan atau membangun *prototype*. Jika sudah sesuai maka dilanjutkan proses berikutnya.

Membuat program (kode) berupa tampilan dengan map, sehingga dengan menekan *display map* dapat dipilih *latitude* dan *longitude waypoint* sesuai dengan yang diinginkan.

Menguji sistem (program) dan data, setelah perangkat lunak siap diuji dengan input memilih *airport* asal dan *airport* tujuan, juga dengan memilih *waypoint* sebagai rute yang akan dilalui. Setelah semua *waypoint* ditentukan data disimpan, data harus dapat tersimpan dalam database yang sudah dibuat.

Evaluasi perangkat lunak *Flight Plan* yang dikembangkan apakah sudah sesuai, jika semua data yang diinputkan pada perangkat lunak dapat tersimpan dalam database.

Jika proses pengembangan diatas telah dilakukan maka perangkat lunak *flight plan* siap digunakan. Design perangkat lunak *flight plan* terdiri dari input *flight plan*, input *waypoint* dan map dengan layer (*airport*, *navaids*, *airways*). Input *Flight Plan* terdiri dari informasi data *flight plan* seperti *code scenario*, *tail number*, bandara asal (dari data tabel), bandara tujuan (dari data tabel), *fuel capacity right*, *fuel capacity left*, jumlah *waypoint* dan tanggal.

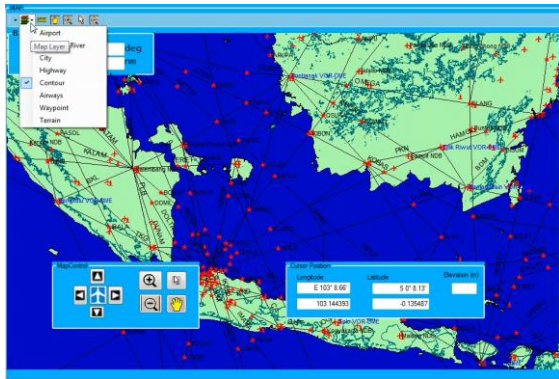
Jumlah *waypoint* akan menyesuaikan dengan jumlah *waypoint* yang ditentukan dalam pilihan. Design tampilan *flight plan* seperti pada gambar berikut,

Gambar 3.1 Input Flight Plan

Design tampilan *Waypoint* terdiri dari no, *longitude*, *latitude*, *altitude*, nama *navaid* (dari tabel dapat VOR atau NDB), id *navaid*. *Waypoint* dapat ditambah sampai mendekati bandara tujuan Design *waypoint* seperti pada gambar berikut,

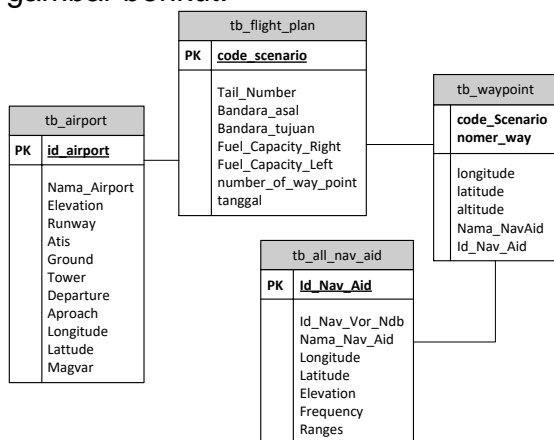
Gambar 3.2 Input Waypoint

Design map dalam perangkat lunak *flight plan* dengan semua data *airport*, *navaids*, *airways* seperti pada gambar berikut,



Gambar 3.3 Map Perangkat Lunak Flight Plan

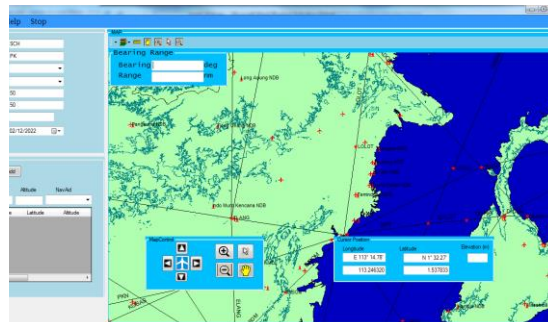
Database dikembangkan dengan menggunakan MySQL, design database terdiri dari tabel *tb_airport* (berisi data airport), tabel *tb_all_nav_aid* berisi data navaid VOR dan NDB seperti *id_Nav_Aid*, *Nama_Nav_Aid*, *Longitude*, *Latitude*, *Frequency*. Tabel *tb_flight_plan*, berisi data *flight plan* seperti *code_scenario*, *tail_number*, *bandara_asal*, *bandara_tujuan*. Tabel *tb_waypoint*, berisi data *waypoint* seperti *latitude*, *longitude*, *nama_Navaid* terdekat. *Tb_airport* berisi data-data airport, seperti *id_airport*, *nama_airport*, *elevation*, *runway*. Design database seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.4 Design Database Perangkat Lunak Flight Plan

3.2 Implementasi

Design perangkat lunak flight plan diimplementasikan seperti pada gambar berikut,



Gambar 3.5 Implementasi Perangkat Lunak Flight Plan

Data *flight plan* bandara asal dan bandara tujuan mengambil dari tabel *airport*, dengan memilih nama *airport*. Jumlah *waypoint* menyesuaikan dengan jumlah *waypoint* sampai bandara tujuan. Data *latitude* dan *longitude* pada *waypoint* diperoleh dengan menekan titik pada map dengan terlebih dahulu menekan tombol *Get Koordinat*, data *altitude* merupakan input. Data *navaid* dari tabel merupakan data VOR dan NDB, yang membedakan VOR dan NDB adalah VOR diawali dengan code 3 huruf NDB diawali dengan code 2 huruf. Tombol *Add* untuk menambah *waypoint*.

Pada tampilan Map dengan layer *airport*, *sungai*, *city* dapat diatur akan ditampilkan atau tidak ditampilkan. *Bearing* dan *range* menampilkan hasil perhitungan sudut dan jarak antara *waypoint* terakhir dan *waypoint* sebelumnya. Tampilan *current position* adalah pergerakan mouse melewati map dengan menampilkan data *latitude* dan *longitude*. Map control untuk mengatur map seperti geser ke kanan, kiri, atas dan bawah, termasuk zoom (memperbesar dan memperkecil)

ukuran map untuk mendapatkan *airport* atau *navaid* yang diinginkan.

Data flight plan yang telah disimpan dalam database, dapat digunakan untuk simulasi penerbangan, data-data flight plan nantinya ditampilkan pada instrument *PFD* (*Primary Flight Display*) dalam hal ini pada *Flight Plan Status*, seperti pada gambar berikut,



Gambar 3.6 Primary Flight Display

Pada *Flight Plan Status* terdapat **TO KASAL** yang dimaksud adalah *waypoint* berikutnya yang akan menjadi tujuan, **NX CA** berarti *waypoint* selanjutnya setelah **TO**. **DEST WARR** adalah tujuan dari penerbangan atau *waypoint* terakhir. Dapat diilustrasikan seperti gambar berikut,



Gambar 3.7 Ilustrasi TO, DEST Flight Plan Status

Keterangan Gambar,
 WIII = Airport Asal.

→ = Status Pesawat pada waktu simulasi.

KASAL = Waypoint tujuan berikutnya.

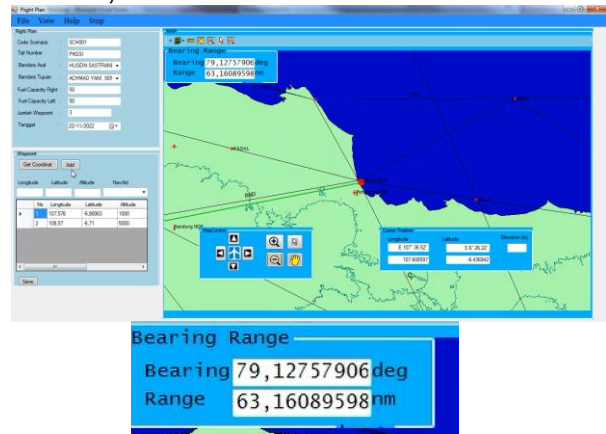
CA = Waypoint berikutnya setelah KASAL dalam hal ini NDB CA.

WARR = Airport tujuan.

3.3 PENGUJIAN

Perangkat lunak *flight plan* yang dikembangkan dibandingkan *Garmin Integrated Flight Deck Trainer version 14.01* dan *Garmin MapSource Version 6.16.3*. *Garmin Integrated Flight Deck Trainer* diperlukan untuk membandingkan map dengan *waypoint*, *Garmin MapSource Version* untuk membandingkan hasil perhitungan jarak dan bearing antara 2 *waypoint* yang dibuat. Jarak antara 2 *waypoint* tidak disimpan dalam tabel.

Diskenariokan penerbangan dari bandara Husein Sastranegara Bandung (WICC) ke Bandara Achmad Yani Semarang (WARS). Dibuat flight plan dari WICC(Husein Sastranegara Bandung), CA (NDB Cirebon), WARS(Achmad Yani Semarang). Terlebih dahulu dibuat dari WICC ke CA hasil perhitungan bearing $79,1275^{\circ}$ dan jarak 63,160 Nm seperti pada gambar berikut,



Gambar 4.1. Perangkat Lunak Flight Plan WICC – CA

Data latitude dan longitude WICC dan CA diatur pada *Garmin Map Source*, menghasilkan perhitungan bearing 80° dan jarak 57,7 Nm, seperti gambar berikut

code_sce...	nomer_way	longitude	latitude	altitude	Nama_NavAid	Id_Navaid
	0	107.57599999999999	-6.9006299999999999	1000	HUSEIN SASTRANI WICC	
SCH001	1	108.56399999999999	-6.7099999999999999	5000	CA-Crebon	CA
SCH001	2	110.3740005493164	-6.97273015975952	1000	ACHMAD YANI SEI WARS	
SCH002	0	106.65600000000000	-6.1255639999999999	1000	SOEKARNO HATTA WIII	
SCH002	1	107.93999999999999	-6.5499999999999999	1500	IMU-Indramayu	IMU
SCH002	2	108.62000000000000	-6.7199999999999999	1500	CA-Crebon	CA
SCH002	3	111.45999999999999	-7.0300000000000000	1500	BA-Blora-	BA
SCH002	4	112.787002563476E	-7.37982988357543	1000	JUANDA SURABA WARR	
SCH004	0	106.65600000000000	-6.1255639999999999	1000	SOEKARNO HATTA WIII	
SCH004	1	107.93000000000000	-6.5300000000000000	1500	CA-Crebon	CA
SCH004	2	108.62999999999999	-6.7099999999999999	1500	CA-Crebon	CA
SCH004	3	111.48000000000000	-7.0300000000000000	1500	BA-Blora-	BA
SCH004	4	112.787002563476E	-7.37982988357543	1000	JUANDA SURABA WARR	

Gambar 4.7 Data waypoint pada tb_waypoint

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengembangan perangkat lunak *flight plan*, kemudian membandingkan hasil pengukuran bearing dan range dengan perangkat lunak lain yang ada dapat ditunjukkan bahwa algoritma maupun formula untuk perhitungan menunjukkan hasil yang sama dengan perangkat lunak *Garmin Integrated Flight* dan *Map Source Garmin*. Layer Map yang dibuat dalam pengembangan perangkat lunak dibandingkan dengan perangkat lunak *Garmin Integrated Flight* memberikan data map penerbangan yang sama seperti airport, intersection, nav aids, airways.

Data-data flight plan dan waypoint berhasil disimpan dalam database dapat digunakan untuk data simulasi penerbangan pesawat..

V. DAFTAR REFERENSI

[1] Air Traffic Services (Pelayanan Lalu lintas Udara)
<http://www.ilmuterbang.com/artikel-mainmenu-29/atc-dan-komunikasi-udara/159-air-traffic-services-pelayanan-lalu-lintas-udara>

[2] Flight Plan
https://en.wikipedia.org/wiki/Flight_plan

[3] Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP/42 tahun 2020 Tentang Standar teknis dan operasi peraturan keselamatan penerbangan Sipil bagian 170-05 (Manual Of Standart Part 170-05)

[4] Apa artinya VOR
<http://www.ilmuterbang.com/artikel-mainmenu-29/teori-penerbangan-mainmenu-68/499-apa-artinya-vor>

[5] Non directional beacon
https://en.wikipedia.org/wiki/Non-directional_beacon_tanggal_28-09-2022

[5] Prahasta, Eddy. 2004. *Sistem Informasi Geografis : Belajar dan Memahami MapInfo*, Bandung: INFORMATIKA

[6] Ariawan D Rachmanto, Hernawati, "Perangkat Lunak Simulasi Pesawat Melalui NavAid.", CESS (Journal of Computer Engineering System and Science) p-ISSN :2502-7131 Vol. 6 No. 1 Januari 2021

[7] Ariawan D Rachmanto, Iswanto, "Simulator Pesawat Melewati VHF Omnidirectional Radio Range (VOR)," *J. Teknologi Kedirgantaraan*, 2020,. doi: 10.35894/jtk.v5i1.42

[8] Jeryka Fahni Budianto, Gafrun, "Aplikasi Pembuatan Flight Plan (Rencana Penerbangan) Pada Bandara Udara Haluoleo Kendari Menggunakan

Delphi 7.0”, Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer Vol. 1, No. 1, (2016), [Daring]
<https://doi.org/10.51876/simtek.v1i2.15>

[9] PT. Dirgantara Indonesia. 2008. Software Design Description of OGNT Server For Tentera Udara Diraja Malaysia (TUDM) Document No 35/NTM1/NT1100/08/008

[10] PT. Dirgantara Indonesia. 2009. Syllabus and Study Guide Trainee and Instructor Guide.