

Rancangan *Monitoring Glide Path* Berbasis *Web Server* Menggunakan *CHART*

Iqbal Aurelio Tawakal¹, Maradoni²

¹Teknik Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia

²Otoritas Bandar Udara Wilayah III, Surabaya, Indonesia

E-mail: iqbalaurelio@gmail.com

Abstrak

Saat ini penggunaan dan pengaplikasian sistem berbasis webservice sangat banyak digunakan dalam pemrosesan data di suatu perusahaan, tentunya dalam dunia penerbangan pemanfaatan ini juga sangat dibutuhkan. Instrument Landing System adalah salah satu peralatan penunjang keselamatan penerbangan. Peralatan Instrument Landing System terdiri dari *Localizer*, *Glide Path*, dan *Marker Beacon*. Untuk memantau suatu peralatan bekerja dalam kondisi baik atau tidak perlu adanya sistem *Monitoring*. Salah satu kegiatan monitoring yang dilakukan adalah pada peralatan *Glide Path*. Saat ini monitoring peralatan *Glide Path* masih menggunakan system *Remote Control Monitoring System (RCMS)* yang terdapat diruang teknisi. Maka rekomendasi yang diberikan adalah dengan membuat sebuah alternatif monitoring berbasis web server dengan memanfaatkan *RTL-SDR R2832U* sebagai *receiver* penerima signal untuk selanjutnya diolah menggunakan bahasa pemrograman *Python*, yang dimana nantinya data yang diolah akan ditampilkan melalui web. Pelaksanaan pemantauan data dapat dilakukan dengan menggunakan smartphone dan bisa dilakukan kapan saja dan dimana saja, tentunya hal ini merupakan suatu efisiensi yaitu efisiensi waktu dan pemantauan peralatan dapat dilakukan secara realtime.

Kata Kunci: *Instrument Landing System, Glide Path, Monitoring, Web Server, RTL SDR R2832U*

Pendahuluan

Instrument Landing System (ILS) adalah peralatan yang memberikan informasi kepada pesawat untuk pemanduan pendaratan. *ILS* terdiri dari *LOCALIZER* yang berfungsi memberikan informasi Center Line pendaratan. *GLIDE PATH* yang berfungsi memberikan informasi sudut luncur pendaratan sebesar 3 °. *MARKER BEACON* yang berfungsi untuk memberikan sinyal panduan jarak pesawat terhadap titik *touchdown* (Fatonah, 2014). *Glide Slope* bekerja pada frekuensi 328,6 – 335,4 Mhz dan ditempatkan pada sudut tegak lurus antara 120 – 150 m terhadap center line runway dan 333 mhz dari ujung runway. Pemancar ini terletak disamping landasan pacu di tempat pesawat akan mendarat atau dikenal dengan touch down area. Pemancar *Glide Slope* terdiri dari 3 buah antena pemancar yang terdiri dari Lower antena, High antena dan Central antena. Ketiga antena tersebut akan menghasilkan suatu bentuk gelombang yang apabila dijumlahkan dari bentuk gelombang tersebut akan menghasilkan gelombang *Carrier* dan *Slide Band Only* untuk *Signal Course* dan *Clearance*.

Peralatan *ILS* dilengkapi dengan *Remote Control Monitoring System (RCMS)* *Instrument Landing System (ILS)* yang berfungsi sebagai control dan monitor parameter atau kondisi peralatan *ILS* dari jarak jauh sehingga memudahkan Teknisi dalam melakukan pemantauan peralatan tersebut. Penulis merancang sebuah rancangan alternatif untuk memonitor peralatan jika sewaktu-waktu peralatan *RCMS* mengalami kegagalan. Rancangan monitoring ini merupakan sebuah aplikasi berbasis web server yang dapat dilihat dengan menggunakan personal computer dan smartphone. Aplikasi ini berbasis web server dan dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja dengan menggunakan koneksi internet.

Beberapa penelitian *monitoring* yang pernah menggunakan *RTL SDR*, seperti perancangan menggunakan *RTL SDR* yang dibuat oleh R. Djoni Slamet Harjono dkk tentang “Rancangan *Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)* Menggunakan *RTL-SDR R820T2* Guna Meningkatkan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Lombok.”, (Islam et al., 2018) dan ada juga penelitian oleh M Fauzhan Amansyah dkk yang berjudul “Studi Ekperimental Penerima *ADS-B* Menggunakan *RTL 1090* dan *RTL-SDR R820T2* di Bandara Juanda Surabaya” (H et al., 2020) dan juga penelitian yang dilakukan oleh Adhitya Octavianie dkk yang berjudul “Alarm pada *Clearance Executive Monitor Instrument Landing System (ILS) Glide Path 36 PERUM LPPNPI Kantor Cabang Manado*” (Octavianie & Ichsan, 2020).

Metode Penelitian

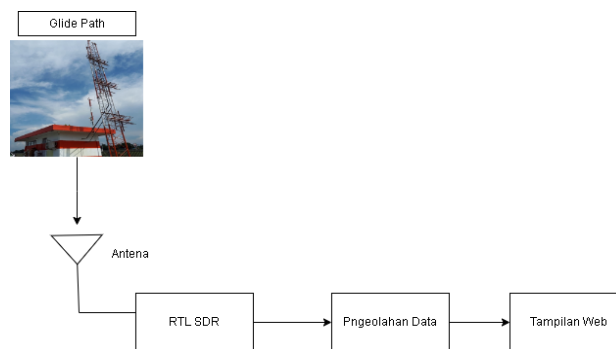
Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode Research and Development. Metode ini memungkinkan untuk terciptanya suatu rancangan baru dari peralatan yang sudah ada dengan tujuan untuk melakukan pengembangan peralatan sehingga lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya. (Koriaty & Agustani, 2016)

Menurut Borg dan Gall (1989) ada sepuluh langkah pelaksanaan penelitian dan pengembangan yaitu :

- 1) Penelitian dan pengumpulan data
- 2) Perencanaan
- 3) Pengembangan draf produk
- 4) Uji coba lapangan awal
- 5) Merevisi hasil uji coba
- 6) Uji coba lapangan
- 7) Penyempurnaan produk hasil uji lapangan
- 8) Uji pelaksanaan lapangan
- 9) Penyempurnaan produk akhir
- 10) Diseminasi dan implementasi

A. Gambaran Umum Sistem Rancangan

Pada sub bab ini akan diuraikan tentang gambaran umum perancangan *monitoring Glide Path*. *RTL SDR* berperan sebagai keseluruhan system pengolahan data agar dapat diolah lalu ditampilkan ke halaman web sebagai interfacenya.



Gambar 1 Gambaran Umum Desain Perancangan

RTL SDR akan menerima sinyal pada frekuensi kerja *Glide Path* yaitu pada rentang 328,6 – 335,4 MHz untuk selanjutnya diolah ditampilkan melalui software. *RTL SDR* ini akan menerima inputan berupa sinyal yang outputnya akan berupa data mentah yang belum bisa dibaca oleh kita sebagai usernya. Untuk selanjutnya data mentah ini akan diolah lagi untuk diteruskan ke software untuk mengubahnya menjadi data digital dan dapat menampilkan parameter yang diinginkan.

RTL SDR ini diinput ke laptop, cara inputnya seperti cara menginputkan flash disk karena *RTL SDR* ini menggunakan serial USB untuk media inputannya. *RTL SDR* akan menerima sinyal dari antenna bawaan untuk selanjutnya diproses menggunakan hardware berbentuk USB berwarna biru yang secara otomatis akan diterima lalu diteruskan ke software untuk diolah ke proses berikutnya.

Software yang digunakan adalah *Visual Code Studio* dimana *Visual Code Studio* ini merupakan sebuah software yang digunakan untuk mengolah berbagai macam jenis bahasa pemrograman untuk mendukung proses dari *RTL SDR* sampai membentuk tampilan interfacenya. *Visual Code* digunakan karena menurut penulis software ini mampu menghubungkan dengan perangkat lain dan support dengan perangkat *RTL SDR*, mampu menampilkan data dari *RTL SDR* dan mengubahnya menjadi sebuah tampilan interface yang dapat dilihat oleh user melalui web.

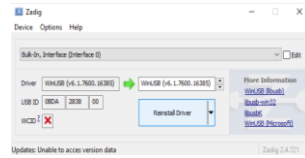
1. Tahapan Perancangan

Pada tahap ini akan dilakukan empat tahap perancangan yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana alur rancangan yang telah disebutkan.

A. Menyiapkan Perangkat Lunak

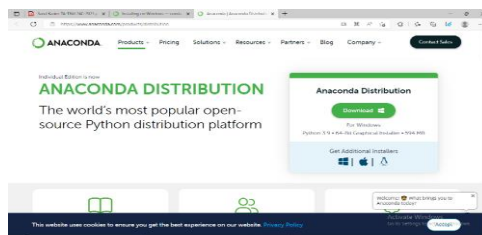
1. Instalasi Driver librtlsdr

2. Setelah driver terinstal hubungkan perangkat *RTL-SDR* ke port USB pada laptop dan buka file *zadig.exe* dengan perintah *run administrator*. Setelah file terbuka, klik “option” lalu “list all device” untuk mengetahui device apa saja yang tersedia.
3. *Config RTL-SDR menggunakan Zadig*



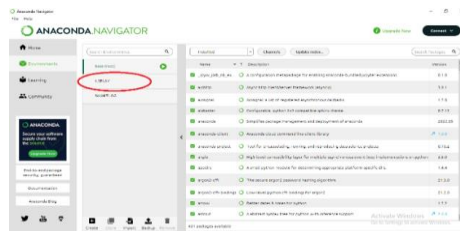
Gambar 2 Penginstalan Driver Port

4. Instalasi Anaconda



Gambar 3 Halaman web tempat mendownload Anaconda

5. Buka *Anaconda* lalu klik menu “Environments”
6. Disini penulis telah membuat envirointments dengan nama “ILSPY”

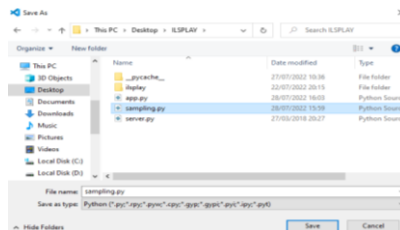


Gambar 4 Pembuatan Envirointments

B. Proses receive sinyal modulasi 90 Hz dan 150 Hz

Pada tahap ini merupakan langkah awal dalam membuat rancangan *monitoring Glide Path*, yaitu penerimaan pancaran modulasi Mod 90 Hz dan Mod 150 Hz. Dalam proses penerimaan data pancaran menggunakan bahasa pemrograman Python sebagai interface ke *RTL-SDR* dan mendapat data dari *RTL-SDR*. Berikut adalah langkah-langkah untuk mendapat data yang diinginkan:

1. Pertama kita harus membuat file baru menggunakan Visual Code studio dengan format python. Buka Visual Code studio lalu beri file dengan nama “*sampling.py*” py berarti file tersebut menggunakan bahasa pemrograman python.



Gambar 5 Tempat Menyimpan File “*sampling.py*”

7. Dengan fungsi `fft` ini dapat memfilter sinyal secara otomatis sehingga mendapatkan Mod90Hz dan Mod150Hz.

```
def iq2complex(x):
    T = time.time()
    N = np.size(x)
    is = np.empty(len(x)//2, np.complex64)
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    is.real, is.imag = x[0:(N//2)], x[(N//2):N]
    return is

def demod(N, T):
    T = time.time()
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    N = np.size(x)
    is = np.empty(len(x)//2, np.complex64)
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    is.real, is.imag = x[0:(N//2)], x[(N//2):N]
    return is

def demod(N, T):
    T = time.time()
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    N = np.size(x)
    is = np.empty(len(x)//2, np.complex64)
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    is.real, is.imag = x[0:(N//2)], x[(N//2):N]
    return is
```

Gambar 10 Coding iq2complex

8. Untuk menampilkan hasil dari coding diatas agar dapat dibaca dengan mudah dengan menggunakan coding berikut:

```
def demod(N, T):
    raw = sdr.read_bytes(N*2)
    y = iq2complex(raw)
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    is = np.empty(len(x)//2, np.complex64)
    # This is the same as np.fft.ifftshift(x) but faster for large N
    is.real, is.imag = x[0:(N//2)], x[(N//2):N]
    return is
```

Gambar 11 Coding untuk menampilkan data yang telah difilter

9. Setelah data dapat difilter selanjutnya dibuat coding untuk memanggil kedua codingan diatas. Yaitu dengan coding dibawah ini

```
import time
import queue
import sys
from liisplay import demod
import serial

keep_running = True
last_meas = {}

def meas_func():
    return last_meas

time.sleep(2)
q = queue.Queue()
N = 204800
T = 1. / 2048000

while keep_running:
    try:
        cmd = sdr.get()
        last_meas = demod.demod(N, T)
    except queue.Empty:
        pass
    except KeyboardInterrupt:
        print("- End of Task -")
        break
```

Gambar 12 Coding "main.py"

10. Gambar diatas merupakan tahap akhir pengcodingan dalam menerima pancaran sinyal *Glide Path* untuk Mod 90 dan Mod 150. Data yang ditampilkan berupa angkadan berisi Mod 90, Mod 150, DDM dan SDM.

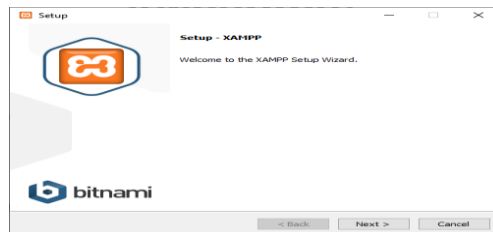
```
Thu Jul 28 21:07:21 2022 Server Starts - 0.0.0.0:9000
N=6400 rf=0.0 mod90=1.0 mod150=0.4 ddm=0.22 sdm=0.41 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.8 mod150=1.2 ddm=0.39 sdm=2.08 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.3 mod150=1.3 ddm=1.01 sdm=1.55 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.8 mod150=0.5 ddm=0.22 sdm=1.75 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.9 mod150=1.1 ddm=0.24 sdm=2.04 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.2 mod150=0.8 ddm=0.01 sdm=1.00 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.7 mod150=0.4 ddm=0.38 sdm=1.18 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.7 mod150=0.6 ddm=0.29 sdm=1.28 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.4 mod150=0.6 ddm=0.17 sdm=0.07 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.6 mod150=0.4 ddm=0.28 sdm=1.02 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=1.5 mod150=0.8 ddm=0.70 sdm=2.71 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=1.1 mod150=0.4 ddm=0.71 sdm=1.48 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.9 mod150=0.9 ddm=0.44 sdm=1.18 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.5 mod150=0.9 ddm=0.44 sdm=1.37 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.6 mod150=0.6 ddm=0.00 sdm=1.17 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=0.8 mod150=0.7 ddm=0.05 sdm=1.50 gain=48.00 cf=330200000.00
N=6400 rf=0.0 mod90=1.1 mod150=0.4 ddm=0.07 sdm=1.05 gain=48.00 cf=330200000.00
```

Gambar 13 Hasil akhir proses penerimaan sinyal

C. Pembuatan Database dan Server.

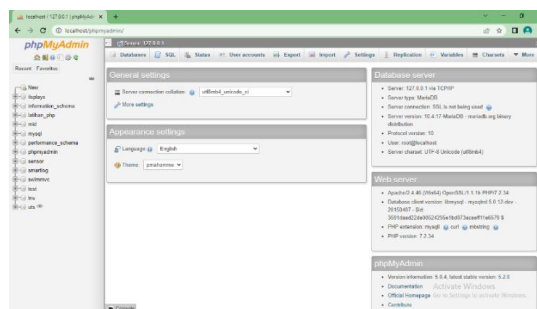
1. Instalasi XAMPP

XAMPP pada rancangan ini berfungsi sebagai sebuah software untuk membuat server lokal dan database, dimana server lokalnya menggunakan *Apache* dan Database menggunakan *MySql*. Berikut adalah proses penginstalan XAMPP :



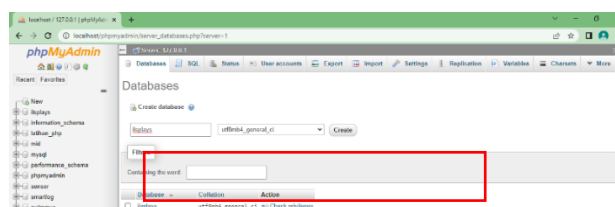
Gambar 14 Proses install xampp

2. Akses database MySQL menggunakan browser melalui <http://localhost/phpmyadmin/>.



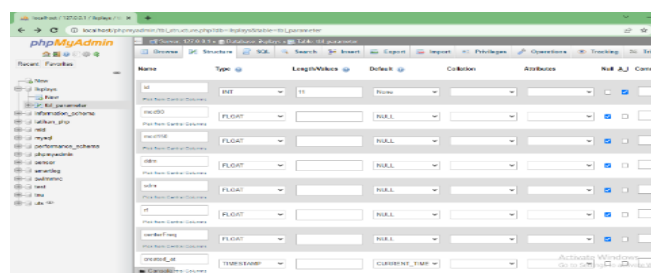
Gambar 15 Proses akses database

3. Setelah tampil, buat database. Disini penulis membuat database dengan nama “ilsplays”.

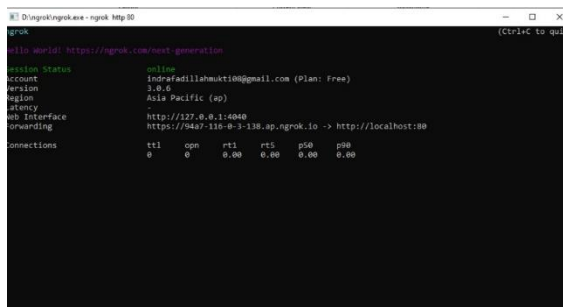


Gambar 16 Pembuatan database

4. Setelah membuat database, lanjutkan dengan membuat table parameter yang akan menyimpan data sesuai dengan hasil pembacaan *RTL-SDR*



Gambar 17 Pembuatan table isi database



Gambar 20 Ngrok siap untuk digunakan

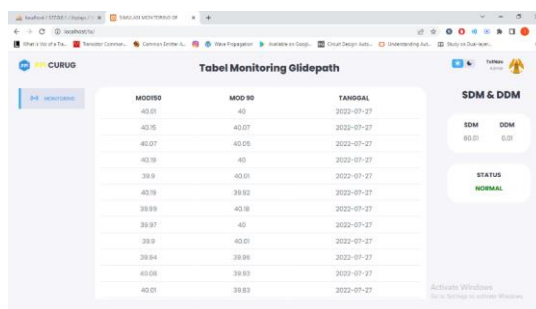
Pembahasan

Uji Coba Rancangan

Untuk menguji coba perancangan penulis menggunakan dua tahap uji coba yang dilakukan di Balai Teknik Penerbangan dan Perum LPPNPI cabang utama.

1. Uji coba tahap pertama.

Ujicoba pertama dilaksanakan pada tanggal 27 Juni 2022 pada jam 09.00 WIB – 14.00 WIB. Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan menggunakan alat IFR 4000 sebagai simulasi pemancar sinyal *Glide Path*. Pengujian dilakukan di Balai Teknik Penerbangan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah *RTL-SDR* dapat menerima sinyal yang diberikan oleh IFR 4000. Berikut tabel perbandingan penerimaan pancaran localizer dengan *RTL-SDR*:



Gambar 21 Tampilan saat simulasi IFR 4000

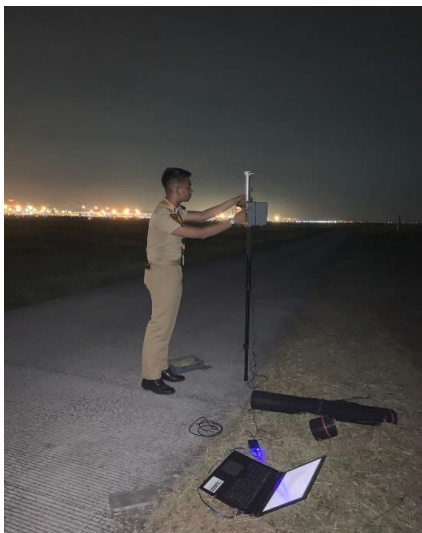
Tabel 1 tabel perbandingan parameter

PIR		RTL-SDR					
DDM	SDM	Mod 90Hz	Mod 150Hz	DDM	SDM	Mod 90Hz	Mod 150Hz
-0.03	80.92 %	40.5 %	40.4 %	0.03	79.09 %	38.03 %	41.06%
0.02	80.5 %	40.3 %	40.2 %	0.025	74.83 %	35.33 %	39.95 %
0.02	80.1 %	40.1 %	40.0 %	0.019	74.14 %	37.35 %	36.79 %
0.028	80.4 %	40.1 %	40.3 %	0.025	79.56 %	39.07 %	39.49 %
0.029	80.3 %	40.2 %	40.1 %	0.026	80.85 %	39.86 %	39.99 %
0.027	80.9 %	40.4 %	40.5 %	0.024	75.31 %	35.37 %	49.94 %
0.027	80.6 %	40.4 %	40.2 %	0.021	79.67 %	39.37 %	40.30 %
0.027	80.4 %	40.4 %	40.0 %	0.024	79.58 %	38.67 %	41.90 %
0.027	80.3 %	40.2 %	40.1 %	0.02	79.43 %	39.35 %	40.09 %
0.027	80.1 %	40.3 %	40.8 %	0.024	73.96 %	34.61 %	39.35 %
0.027	80.2 %	40.2 %	40.0 %	0.024	80.29 %	39.03 %	41.26 %
0.027	80.4 %	40.3 %	40.1 %	0.021	75.19 %	38.30 %	41.73 %
0.00281	80.5 %	40.2 %	40.3 %	0.025	80.87 %	39.87 %	41.00 %
0.0028	80.4 %	40.2 %	40.2 %	0.022	79.88 %	39.53 %	40.35 %

Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan yang terdapat pada Portable ILS Receiver (PIR) dengan peralatan monitoring yang ada pada laptop. Berdasarkan ujicoba pertama ini, dari 14 sampling, 9 sampling sesuai dan mendekati hasil pembacaan di PIR dengan toleransi untuk RTL-SDR, DDM ± 0.04 , SDM $\pm 2\%$. Artinya 64% percobaan pertama berhasil mendapatkan parameter yang sesuai.

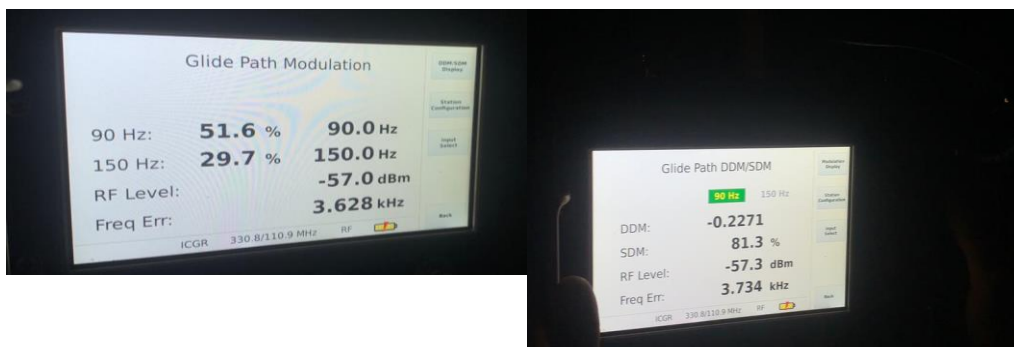
2. Uji coba tahap kedua.

Penulis melaksanakan uji coba kedua pada hari jumat tanggal 5 Agustus 2022 pada jam 22.00 WIB – 01.00 WIB di Runway 25 R Bandara Udara Soekarno Hatta. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode yang sama yaitu dengan membandingkan pembacaan pada PIR dengan pembacaan pada layar monitor.



Gambar 22 Uji coba kedua

Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan pada PIR dengan pembacaan di layar monitor pada laptop. Pengukuran dilakukan pada jarak ± 70 meter dari arah antenna Glide Path. Hasil yang didapat tidak maksimal dikarenakan pengujian dilakukan di ground dimana pancaran glide path itu dipantulkan untuk bisa mendapat nilai zero ddm. Maka dari itu pada pengujian ini penulis hanya melakukan apakah ada signal modulasi yang berhasil diterima oleh RTL SDR lalu membandingkannya dengan pembacaan yang ada pada PIR.



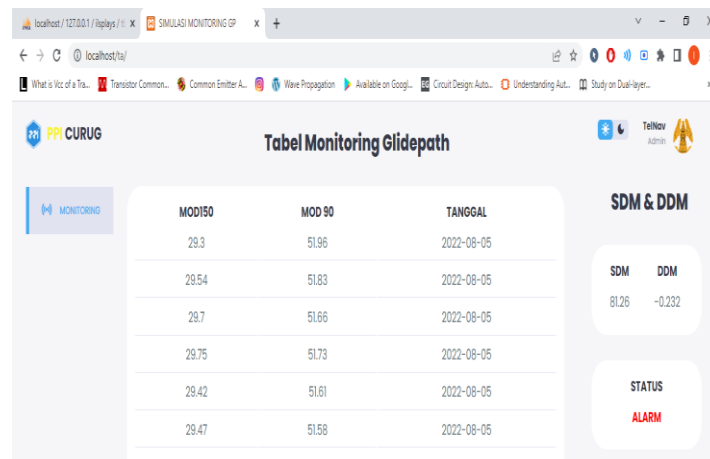
Gambar 23 Pembacaan pada PIR

Dapat dilihat hasil pembacaan DDM menghasilkan nilai minus, hal ini disebabkan karena pada saat dilakukan pengujian peralatan dan pembacaan pada PIR daerah yang diukur adalah daerah pantulan dari modulasi 90 Hz sehingga tidak berhasil menangkap nilai zero ddm.

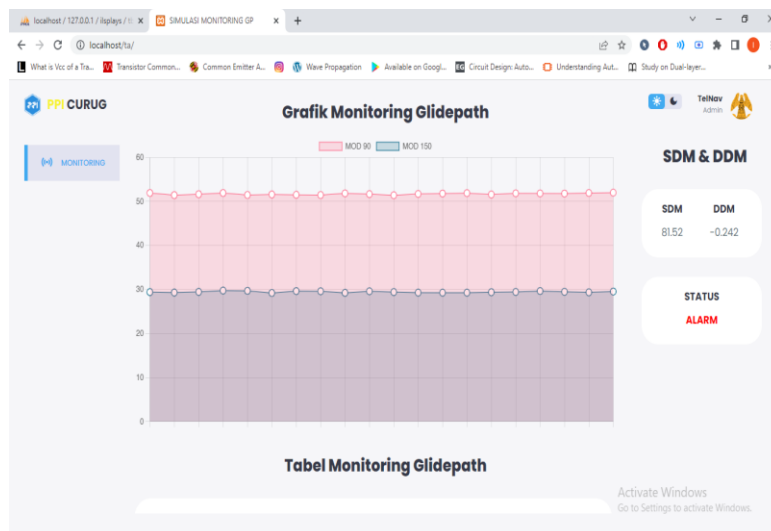
Dari hasil perbandingan diatas ada 14 sampling data yang diambil, ada satu nilai SDM yang tidak memenuhi toleransi yang diberikan $\pm 2\%$. Berikut adalah table perbandingan PIR dengan RTL-SDR:

Tabel 2 data final perbandingan parameter

PIR				RTL-SDR			
DDM	SDM	Mod 90Hz	Mod 150Hz	DDM	SDM	Mod 90Hz	Mod 150Hz
-0.2271	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.23	81,25%	51,5%	29,7%
-0.2271	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.25	81,42%	51,7%	29,7%
-0.2271	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.22	81,45%	51,7%	29,7%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.25	80,95%	51,6%	29,4%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.26	80,94%	51,6%	29,3%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.24	80,85%	51,4%	29,4%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.21	81,27%	51,8%	29,5%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.30	83,88%	54,4%	29,47%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.23	81,26%	51,9%	29,4%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.24	81,28%	51,8%	29,5%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.24	81,41%	51,8%	29,6%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.21	80,63%	51,4%	29,2%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.26	81,48%	51,9%	29,6%
-0.22	81,3 %	51.6 %	29.7%	-0.23	80,88%	51,5%	29,3%



Gambar 24 Pembacaan dashboard pada saat on site location



Gambar 25 Pembacaan dashboard pada saat on site location

Interpretasi Hasil Uji Coba Rancangan

Pada pengujian pertama yang dilakukan di Balai Teknik Penerbangan. Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan alat IFR 4000 yang diatur pada posisi zero ddm. Hasil yang didapatkan adalah cukup baik, namun dikarenakan antenna bawaan *RTL-SDR* dan beberapa hasil yang didapat masih belum sesuai dengan toleransi $DDM \pm 0.1$ dan $SDM \pm 2\%$.

Untuk membuktikan kinerja *RTL SDR* dalam rancangan ini maka dilakukan pengujian kedua yang dilakukan di Airnav Cabang JATSC. Pengujian dilakukan langsung di shelter glide path pada runway 25 R, dengan menggunakan *PIR* sebagai pembanding dengan antenna *RTL SDR*.

Hasil yang didapat pada pengujian kedua adalah *RTL SDR* menerima pancaran signal modulasi Glide Path namun tidak mendapat nilai zero ddm. Hal ini dikarenakan nilai zero ddm hanya didapat ketika receiver menerima tepat pada posisi sudut luncur 3° , sementara itu pengujian dilakukan dengan posisi antenna *RTL SDR* menerima signal dari pantulan pancaran modulasi yang dihasilkan Glide Path sehingga tidak memungkinkan untuk mendapat nilai zero ddm.

Tabel 3 keberhasilan perancangan

No	Uji coba	Parameter	Persentase keberhasilan	Input Antena	Keterangan
1	Uji coba tahap 1 (Simulasi di Balai Teknik Penerbangan)	DDM	64 %	Antena IFR 4000	Karena ada kesalahan coding pada <i>RTL SDR</i> .
		SDM	64 %		
2	Uji coba tahap 2 (Uji coba ada glide path di Runway 25 R Bandara Soekarno Hatta)	DDM	Belum berhasil.	Antena Glide Path	<i>RTL SDR</i> menerima pancaran modulasi, namun tidak pada posisi Zero DDM.
		SDM	90 %		

Kesimpulan

Dari keseluruhan pengujian dan pengukuran terhadap rancangan yaitu Rancangan sebagai simulasi *monitoring Glide path* dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Rancangan monitoring berbasis web server pada peralatan glide path menggunakan antenna bawaan dari *RTL SDR* untuk menerima hasil pancaran Glide Path. Dari *RTL SDR* diolah menggunakan bahasa pemrograman python, lalu akan ditampilkan di web server. Data hasil pancaran yang dapat diterima dan ditampilkan adalah: DDM, SDM, Modulasi, Modulasi 150 Hz.
2. Dari hasil pengujian, rancangan monitoring menggunakan *RTL SDR* belum bisa mendapatkan hasil yang baik ketika dilakukan uji coba langsung pada peralatan Glide Path di Runway 25 R Bandara Soekarno Hatta. Hal ini dikarenakan ketika pengujian antenna hanya menangkap pancaran dari titik pantulan atau permukaan dari pancaran Glide Path bukan pada titik sudut 3° .

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

Daftar Pustaka

Fatonah, F. (2014). Metode Pengukuran Peralatan Lokaliser di Bandar Udara. *Jurnal Perhubungan Udara Warta Ardhia*, 40(3), 173–188.

H, B. B., Suprpto, Y., Winiasri, L., & Amansyah, M. F. (2020). *Studi Ekperimental Penerima ADS-B Menggunakan RTL 1090 dan RTL- SDR R820T2 di Bandara Juanda Surabaya*. 73, 20–28.

Islam, H. D. B., Harjono, R. D. S., Oka, I. G. A. A. M., & Dymiati. (2018). *Rancangan Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Menggunakan RTL-SDR R820T2 Guna Meningkatkan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Lombok*. 2(2), 35–42.

Koriaty, S., & Agustani, M. D. (2016). Pengembangan Model Pembelajaran Game Edukasi Untuk Meningkatkan Minat Siswa Kelas X TKL SMK Negeri 7 Pontianak. *Jurnal Edukasi*, 14(2), 277–288.

Octavianie, A., & Ichsan, Muh. (2020). Alarm on Clearance Executive Monitor Instrument Landing System (ILS) Glide Path 36 PERUM LPPNPI Manado Branch Office. *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 3(2), 59–66. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v3i2.179>