

RANCANGAN RECEIVER SEBAGAI PENGUKUR PANCARAN LOCALIZER BERBASIS ARDUINO NANO DAN DOT MATRIX

Sarul Karim¹, Muchammad Furqon², Rakin Ghiyat Niagara³,
Kurniawan⁴, Rayhan Kemal⁵, Tia Dikatama Tsania⁶

^{1,2,3}Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma;

^{4,5,6}National Air And Space Power Of Indonesia

^{1,2,3}Muchammadfurqon10@gmail.com;

^{4,5,6}ikeo.santai@gmail.com;

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk membantu pilot dalam melaksanakan prosedur pendekatan dan pendaratan pesawat. Instrument Landing System (ILS) merupakan suatu sistem yang digunakan untuk membantu pilot dalam melaksanakan prosedur pendekatan dan pendaratan pesawat di bandara. ILS terdiri dari tiga komponen utama, salah satunya adalah Localizer. Fungsi Localizer adalah memberikan informasi panduan arah dalam bidang horizontal. Localizer beroperasi pada frekuensi Very High Frequency (VHF) dengan jangkauan penerimaan hingga 25 nautical mile (NM) atau sekitar 46,25 kilometer. Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO) telah menetapkan standar sebagai acuan dalam menilai kualitas pancaran sinyal Localizer. Untuk memastikan pancaran sinyal tersebut sesuai dengan standar, diperlukan pemeriksaan secara berkala. Oleh karena itu, dirancang sebuah perangkat penerima yang dapat mengukur pancaran sinyal Localizer serta menampilkan tingkat kelurusan terhadap garis tengah (centerline).

Kata kunci: *Instrument Landing System, Localizer, Sinyal, Pengukuran*

Abstrak — *This study aims to assist pilots in carrying out aircraft approach and landing procedures. Instrument Landing System (ILS) is a system used to assist pilots in carrying out aircraft approach and landing procedures at the airport. ILS consists of three main components, one of which is the Localizer. The function of the Localizer is to provide directional guidance information in the horizontal plane. The Localizer operates at Very High Frequency (VHF) with a reception range of up to 25 nautical miles (NM) or around 46.25 kilometers. The International Civil Aviation Organization (ICAO) has set standards as a reference in assessing the quality of the Localizer signal transmission. To ensure that the signal transmission is in accordance with the standards, periodic inspections are required. Therefore, a receiver device is designed that can measure the Localizer signal transmission and display the level of straightness to the centerline.*

Keywords: *Instrument Landing System, Localizer, Signal, Measurement.*

1. PENDAHULUAN

Instrument Landing System (ILS) merupakan salah satu sistem yang dapat digunakan untuk membantu pendaratan pesawat secara *non-visual*, terdiri dari tiga sub sistem utama: *Localizer*, *Glideslope*, dan *Marker Beacon*. Salah satu komponen

penting, yaitu *Localizer*, berfungsi untuk memberikan panduan arah horizontal kepada pesawat selama proses pendekatan dan pendaratan. *Localizer* bekerja pada frekuensi Very High Frequency (VHF) antara 108 MHz hingga 111,975 MHz, dengan jangkauan hingga 25 Nautical Miles (NM) atau sekitar 46,25 km. Sesuai

spesifikasi dari ICAO dalam Annex 10 Vol. I Radio Navigation Aids, cakupan sinyal Localizer harus mencapai 25 NM pada sudut $\pm 10^\circ$ dan 17 NM pada sudut $\pm 10-35^\circ$, dengan beberapa pengecualian apabila terdapat hambatan (obstacle). Namun dalam praktiknya, kualitas pancaran Localizer tidak selalu stabil. Gangguan dapat muncul baik dari sisi teknis peralatan maupun faktor lingkungan sekitar. Yusi Apristia dkk. dalam penelitiannya mengungkapkan adanya nilai error pada sinyal Width Clearance 150 Hz, yaitu hanya $89 \mu A$, jauh di bawah standar minimal $\geq 150 \mu A$. Endang Sugih Arti dkk. juga mencatat adanya gangguan dari objek yang memotong pancaran sinyal. Oleh karena itu, pemeriksaan berkala sangat penting untuk menjamin keandalan sistem, bahwa operator fasilitas navigasi wajib menjaga kinerja operasional sesuai standar dan ketentuan yang berlaku. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sebuah receiver berbasis Arduino Nano dan dot matrix display untuk membantu memantau kualitas pancaran Localizer, khususnya dalam mendeteksi kelurusan sinyal terhadap garis tengah landasan secara praktis di lapangan.

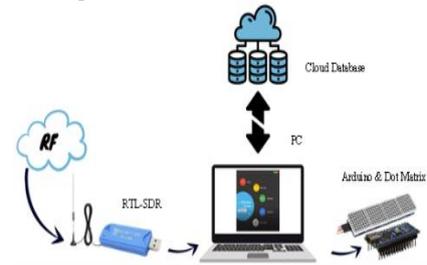
2. METODE PENELITIAN

Dalam menunjang penyusunan penelitian ini, maka penulis menggunakan *metode Research and Development (R&D)* yang merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

2.1. Desain Penelitian

Perancangan ini bertujuan membangun sebuah receiver untuk menerima pancaran sinyal Localizer sebagai indikator kelurusan terhadap centerline. Data hasil penerimaan akan disimpan pada cloud database agar lebih aman dan dapat diakses untuk keperluan pemantauan maupun analisis. Sinyal Radio Frequency (RF) dari Localizer

ditangkap menggunakan antena RTL-SDR. Data yang diterima selanjutnya diproses melalui dua jalur:



Gambaran Skema Rancangan, Sumber:Peneliti (2021)

- Jalur pertama, data dikirim ke PC untuk diteruskan ke cloud database sebagai backup dan divisualisasikan melalui Grafana agar memudahkan user dalam membaca pola pancaran.
- Jalur kedua, data diproses oleh Arduino untuk ditampilkan secara real-time pada LED Dot Matrix dalam bentuk panah sebagai representasi arah centerline.

2.2. Instrumen Penelitian

Dalam proses pembuatan rancangan ini terdapat perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, yaitu:

Nama	Fungsi
Arduino Nano	Sebagai pengontrol LED Dot Matrix
LED Dot Matrix	Menampilkan arah panah sebagai indikator centerline
PC	Membuat pemrograman dan menjalankan rancangan sistem
RTL-SDR	Penerima sinyal RF dari Localizer
Kabel Jumper	Penghubung antar komponen dalam rangkaian
Kabel Universal Serial Bus (USB)	Penghubung antara perangkat keras dengan PC

Pernagkat Keras, Sumber:Peneliti (2021)

Nama	Fungsi
Arduino IDE	Untuk memprogram Arduino Nano
Visual Studio Code	Editor kode sumber dan pengembangan proyek Python dan lainnya
Python	Bahasa pemrograman untuk pemrosesan data dan komunikasi serial
Anaconda	Lingkungan manajemen Python dan pustaka data science
MySQL	Penyimpanan dan pengelolaan data hasil pengukuran di Cloud Database
Grafana	Visualisasi data hasil pengukuran dalam bentuk grafik
PuTTY	Akses terminal serial untuk komunikasi langsung dengan perangkat
Qt Designer	Mendesain antarmuka pengguna (GUI)

Perangkat Lunak, Sumber:Peneliti (2021)

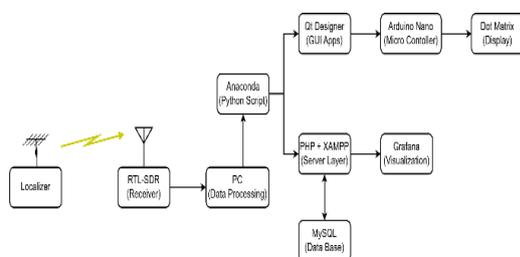
2.3. Kriteria Penelitian

Kriteria penelitian rancangan sangat penting karena menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan komponen dan fungsi yang harus dipenuhi oleh alat yang akan dirancang. Tahapan awal peran

cangan dimulai dengan menetapkan kebutuhan secara umum, yang diharapkan dapat mendukung tercapainya tujuan dari perancangan. Adapun kriteria perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

- Mampu merancang alat dengan biaya yang relatif murah.
- Mampu menunjukkan kelurusan terhadap centerline dengan akurat.
- Mampu menyimpan serta menampilkan data hasil pancaran sinyal dari *Localizer*.
- Mampu menyediakan sistem database yang dapat berfungsi sebagai cadangan (backup) data.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Skema Rancangan, Sumber:Peneliti (2021)

Pada gambar di atas ditunjukkan bahwa alat yang dirancang berfungsi untuk menangkap sinyal pancaran dari *Localizer*. Setelah sinyal ditangkap oleh antena RTL-SDR, data tersebut diproses di komputer (PC) dan disimpan ke dalam database. PC memiliki dua fungsi utama, yaitu, Menjalankan aplikasi desktop yang digunakan untuk menampilkan pembacaan parameter dari sinyal *Localizer* dan mengendalikan Arduino yang terhubung dengan LED *Dot Matrix*. LED *Dot Matrix* berfungsi untuk menampilkan arah panah sebagai indikator kelurusan terhadap centerline.

3.1 Tahapan Perancangan

3.1.1 Menyiapkan Perangkat Keras

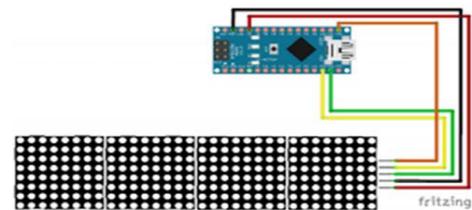
- RTL-SDR. Merupakan perangkat USB receiver yang digunakan untuk menerima sinyal radio pada berbagai rentang frekuensi dengan mengandalkan driver pendukung RTL-SDR (librtlsdr).



RTL-SDR 2832U, Sumber:Peneliti (2021)

- Arduino Nano. Bertindak sebagai mikro kontroler yang menerima perintah dari komputer dan mengontrol media tampilan LED. Komunikasi antara Arduino dan PC dilakukan melalui USB serial.
- LED Dot Matrix. Modul tampilan berbasis 4-in-1 Dot Matrix 8x8 yang dikontrol melalui protokol SPI menggunakan IC MAX7219. Digunakan untuk menampilkan informasi monitoring secara langsung.

Ketiga komponen tersebut dirangkai secara sinergis dengan pengkabelan standar SPI antara Arduino dan Dot Matrix Display, serta koneksi USB antara RTL-SDR dan komputer.



Wiring Diagram Arduino Nano dan Dot Matrix
Sumber : Peneliti (2021)



Rancangan setelah digabungkan, Sumber : Peneliti (2021)

3.1.2 Menyiapkan Perangkat Lunak

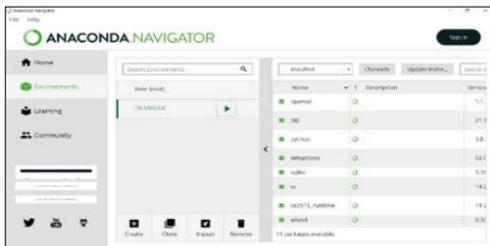
Pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan kombinasi beberapa platform berikut:

- Arduino IDE. Digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke dalam Arduino Nano.



Tampilan Skech Arduino Code, Sumber : Peneliti (2021)

- Anaconda. Python sebagai bahasa utama untuk membangun antarmuka desktop dan komunikasi antar perangkat. Lingkungan dikembangkan menggunakan Anaconda untuk mempermudah manajemen pustaka seperti pyrtlsdr, pyserial, PyQt5, dan mysql-connector.



Tampilan App Desktop dari Anaconda, Sumber:Peneliti (2021)

- Qt Designer. Dimanfaatkan untuk merancang antarmuka pengguna berbasis GUI desktop.



Tampilan App Desktop dari Qt Designer
Sumber : Peneliti (2021)

- Arduino Code

```

\begin{figure}[h]
\centering
\begin{minipage}{0.47\textwidth}
\begin{lstlisting}[language=C++,
caption={Potongan kode fungsi utama pengendali
tampilan arah}, label={lst:arduino-code}]
void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    char data = Serial.read();
    lc.clearDisplay(0);
    lc.clearDisplay(1);
    lc.clearDisplay(2);
    lc.clearDisplay(3);

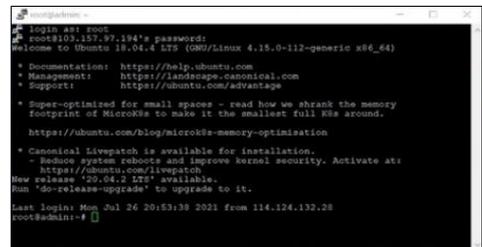
    if (data == 'a') panahKiri();
    else if (data == 'w') panahTengah();
    else if (data == 'd') panahKanan();
  }
}
\end{lstlisting}
\end{minipage}
\end{figure}

```

Arduino Code, Sumber : Peneliti (2021)

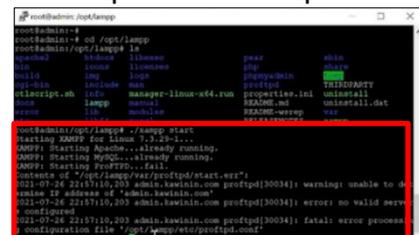
Gambar di atas menunjukkan fungsi loop() yang berjalan terus-menerus pada mikro kontroler Arduino. Fungsi ini bertugas untuk membaca data dari komunikasi serial. Saat karakter diterima dari aplikasi desktop berbasis Python, sistem akan membersihkan tampilan pada keempat modul LED Dot Matrix dan menjalankan fungsi tampilan sesuai perintah:

- 'a' akan memanggil fungsi panahKiri() yang menampilkan arah panah ke kiri.
- 'w' akan memanggil panahTengah() untuk menampilkan arah lurus.
- 'd' akan memanggil panahKanan() untuk arah ke kanan. Pola tampilan ini dikendalikan oleh pustaka LedControl, yang mengaktifkan baris dan kolom tertentu pada masing-masing segmen Dot Matrix 8x8. Pendekatan ini memungkinkan sistem secara real-time menampilkan arah kelurusan receiver terhadap centerline berdasarkan sinyal atau input dari pengguna.
- Server Linux. Server berbasis Ubuntu digunakan sebagai host utama untuk mendukung penyimpanan dan visualisasi data.



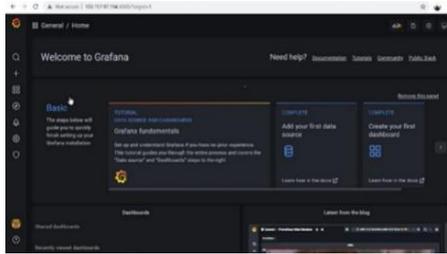
Remote Server Linux dengan Putty
Sumber : Peneliti (2021)

- XAMPP. Diinstal untuk menyediakan layanan MySQL dan PHP. Data Base dirancang menggunakan MySQL dengan struktur tabel yang disesuaikan dengan parameter hasil monitoring yang dikirim dari aplikasi desktop.



Cek keberhasilan instalasi XAMPP
Sumber : Peneliti (2021)

- Grafana. Digunakan sebagai platform visualisasi data untuk menampilkan parameter hasil monitoring dalam bentuk grafik secara *real-time* melalui *dash board* berbasis web.

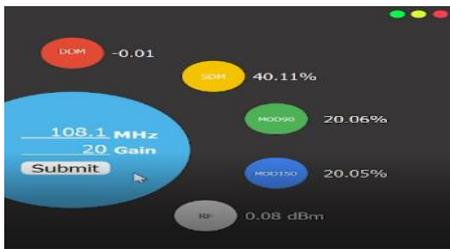


Tampilan awal Grafana, Sumber : Peneliti (2021)

3.1.3 Pengoperasian Rancangan

Pengujian dilakukan untuk memastikan komunikasi antara modul-modul berjalan dengan baik. Hal ini mencakup:

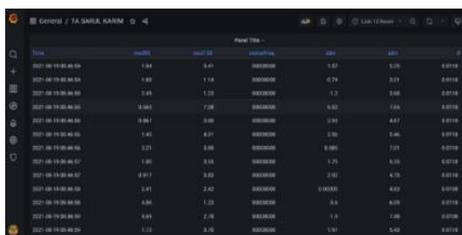
- Sinkronisasi data dari RTL-SDR ke aplikasi desktop melalui Python.
- Pengiriman data ke Arduino untuk ditampilkan ke Dot Matrix.
- Penyimpanan data ke MySQL dan pemantauan melalui Grafana.



Tampilan Aplikasi, Sumber : Peneliti (2021)



Tampilan rancangan saat dijalankan
Sumber : Peneliti (2021)



Tampilan data pada Grafana, Sumber : Peneliti (2021)

3.2. Hasil Pengujian

Uji coba dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang berfungsi

sesuai dengan tujuan. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

- Pengujian Daya. Perangkat diberi catu daya 5V DC melalui koneksi USB dari komputer ke Arduino Nano.
- Pengujian Sistem Tanpa Sinyal Localizer Sistem dijalankan tanpa sumber sinyal localizer dengan mengeksekusi program Python melalui terminal Anaconda. Tujuannya untuk memastikan fungsi tampilan dan komunikasi antar perangkat bekerja normal.
- Pemeriksaan Penyimpanan Data. Setelah sistem berjalan, dilakukan pengecekan terhadap database MySQL melalui antarmuka web <http://103.157.97.194/phpmyadmin/> untuk memastikan data parameter berhasil tersimpan.
- Visualisasi Data. Data yang telah tersimpan divisualisasikan menggunakan grafana melalui <http://103.157.97.194:3000/> Rentang waktu dan parameter dapat disesuaikan untuk melihat hasil monitoring secara lebih intuitif.
- Pengujian dengan Sinyal Localizer. Karena keterbatasan akses terhadap peralatan localizer selama pandemi, pengujian dilakukan menggunakan perangkat pengganti yaitu IFR 4000 dan portable ILS receiver (PIR) di Balai Teknik Penerbangan. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan keakuratan penerimaan sinyal dari sistem yang dirancang terhadap alat acuan standar industri.

No.	Jenis Uji Coba	Langkah Uji Coba
1.	Simulasi pancaran Centerline	Atur IFR 4000 agar memancarkan sinyal dalam kondisi centerline
2.	Simulasi pancaran miring ke kanan	Atur IFR 4000 agar memancarkan sinyal miring ke sisi kanan
3.	Simulasi pancaran miring ke kiri	Atur IFR 4000 agar memancarkan sinyal miring ke sisi kiri
4.	Kembali ke simulasi Centerline	Kembalikan pengaturan IFR 4000 ke kondisi centerline
5.	Uji lanjut setelah pergantian program, kondisi tetap Centerline	Gunakan pengaturan IFR 4000 untuk simulasi centerline setelah program diperbarui

Tabel Proses Uji Coba dengan IFR 4000
Sumber : Peneliti (2021)

3.3. Interpretasi Hasil Penelitian

Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan. Setelah diberi catu daya 5V melalui USB, perangkat aktif dan

merespons input. Pengujian tanpa sinyal Localizer menunjukkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik, ditandai dengan tampilan panah pada LED Dot Matrix melalui perintah dari aplikasi desktop. Data hasil pembacaan berhasil tersimpan di database MySQL dan dapat diakses secara daring melalui antarmuka PHP MyAdmin. Visualisasi data melalui grafana juga berjalan sesuai harapan, memudahkan analisis dalam bentuk grafik. Pengujian dengan sinyal simulasi dari IFR 4000 menunjukkan sistem mampu membedakan kondisi pancaran (centerline, miring kanan, dan miring kiri) secara akurat, sesuai hasil acuan dari alat portable ILS receiver (PIR). Rangkuman pengujian disajikan pada Tabel dibawah.

No	Simulasi Uji Coba	Hasil & Interpretasi	Status
1	Centerline (sebelum koreksi program)	Tampilan LED Dot Matrix tidak menunjukkan panah lurus; arah masih bergerak ke kiri dan kanan. Diduga akibat kerusakan hardware atau kesalahan logika DDM.	Tidak
2	Pancaran miring ke kanan	LED Dot Matrix berhasil menampilkan panah ke kanan sesuai kondisi simulasi.	Ya
3	Pancaran miring ke kiri	LED Dot Matrix berhasil menampilkan panah ke kiri sesuai kondisi simulasi.	Ya
4	Kembali ke Centerline (sebelum koreksi DDM)	Panah tetap bergerak kiri-kanan, tidak menunjukkan centerline. Diketahui nilai DDM tidak mencapai 0.0 (nilai tercatat 0.006), di bawah batas toleransi.	Tidak
5	Centerline (setelah koreksi toleransi DDM)	Setelah toleransi DDM diubah ke 0.015, panah dapat menunjukkan arah lurus ke depan, namun masih tidak stabil karena kualitas sinyal dari antena RTL-SDR.	Ya

Tabel Interpretasi Hasil Uji Coba dengan PIR
Sumber : Peneliti (2021)

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

- Dari penelitian diatas sistem berhasil menampilkan parameter pancaran Localizer melalui antarmuka desktop, dengan visualisasi arah panah pada LED Dot Matrix. Data hasil pembacaan juga berhasil disimpan dalam data base MySQL dan divisualisasikan secara real-time melalui grafana.
- Akurasi tangkapan sinyal masih belum optimal, yang diduga disebabkan oleh kualitas antena RTL-SDR yang kurang baik. Uji coba lanjutan terkendala keterbatasan akses dan fasilitas akibat pandemi Covid-19, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut agar sistem dapat digunakan secara andal PHP.

4.2 Rekomendasi

- Mengganti antena RTL-SDR dengan kualitas yang lebih baik guna meningkatkan akurasi pembacaan sinyal.
- Mengembangkan tampilan visual sistem menggunakan media seperti LCD untuk memungkinkan animasi arah panah yang lebih informatif dan menarik.

5. REFERENCES

- [1]Anif Abdillah, Rancang Bangun Alat Proteksi Pemindahan Dari Catu Daya Utama (PIn) Ke Catu Daya Cadangan (Genset) Secara Otomatis Berbasis Arduino Mega, Fak. Sains dan Teknologi. Univ. Pembang. Panca Budi Medan, p. 9, 2019.
- [2]D. G. A. Putri and R. N. Hidayatullah, Monitoring Tegangan dan Arus Pada Battery Housing Menggunakan Mikro kontroler Dan Wifi, p. 111, 2016.
- [3]F.Fatonah, Metode Pengukuran Pera latan Lokalizer di Bandar Udara, J. Perhub. Udar. War. Ardhia, vol. 40, no. 3, pp. 173–188, 2014.
- [4]F. Y. Erphan, J. Marpaung, and A. Elbani, Implementasi Arduino Mega 2560 untuk Sistem Keamanan Rumah Burung Walet, J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [5]Ms. Endang Sugih Arti, SE, Kajian Alat Bantu Pendaratan Localizer Bagi Keselamatan Penerbangan di Perusa haan Umum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (Perum LPPNPI) Distrik Batam, J. Ilm. Aviassi Langit Biru Vol. 9 No 3 Oktober 2016 Hal 1 66, no. 1, 2016.

- [6]M. Cahyadi, E. Nasrullah, and A. Trisanto, Rancang Bangun Catu Daya DC 1V–20V Menggunakan Kendali P-I Berbasis Mikrokontroler, J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 10, no. 2, pp. 99–109, 2016, [Online]. <http://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/viewFile/214/pdf>
- [7]M. Majid, Implementasi arduino mega 2560 untuk kontrol miniatur elevator barang otomatis, Skripsi, p. 76, 2016, [Online]. Available: lib.unnes.ac.id/27831/1/5301411060.pdf%0A
- [8]Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: PT. Alfabet, 2016.
- [9]S. Fuada et al., Analisis Rangkaian Pembagi Tegangan dan Perbandingan Hasil Simulasinya Menggunakan Simulator Offline, vol. 6, no. 1, pp. 28–46, 2022.
- [10]Y. Apristia, A. Irfansyah, and act, Analisa Pengaruh *Width Clearance* Terhadap Pancaran *Localizer Merk Ams 2100* Menggunakan Metode *Regresi Linier Sederhana*.