

DESAIN DAN IMPLEMENTASI PENERIMA RADIO FM-RDS BERBASIS ESP 32 UNTUK RADIO KOMUNITAS D3 TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI

1st Firna Noor Jannah
D3 Teknologi Telekomunikasi Telkom
University
Bandung, Indonesia
firnanoorjannah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Denny Darlis, S.Si., M. T D3
Teknologi Telekomunikasi Telkom
University
Bandung, Indonesia
dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

3rd Dr. Sugondo Hadiyoso, A Md, S.T.,
M.T D3 Teknologi Telekomunikasi
Bandung, Indonesia
sugondohadiyoso@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang serta mengimplementasikan sebuah penerima radio FM-RDS berbasis ESP32 yang diperuntukkan bagi kebutuhan radio komunitas, sebagai sarana penyebaran informasi yang efisien dan terjangkau. Sistem ini dirancang untuk menangkap siaran radio FM sekaligus menampilkan data tambahan melalui fitur Radio Data System (RDS), seperti nama stasiun, judul lagu, dan informasi siaran lainnya. Tahapan perancangan meliputi pemilihan dan integrasi komponen perangkat keras, antara lain modul penerima FM dan mikrokontroler ESP32, serta pengembangan perangkat lunak untuk pemrosesan sinyal dan antarmuka pengguna. Pemilihan ESP32 didasarkan pada kemampuannya dalam mengolah sinyal digital dan mendukung konektivitas nirkabel, sehingga sesuai untuk pengembangan sistem terintegrasi. Implementasi dilakukan dengan menghubungkan modul FM ke ESP32 dan merancang antarmuka yang menampilkan informasi siaran secara waktu nyata (real-time). Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mampu menerima sinyal FM dengan baik dan menampilkan data RDS secara akurat. Temuan ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan layak digunakan oleh radio komunitas untuk meningkatkan kualitas siaran dan memperkuat interaksi dengan pendengar. Dengan demikian, penerima radio FM-RDS berbasis ESP32 ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan media komunikasi lokal yang lebih informatif dan relevan bagi kebutuhan Masyarakat.

Kata kunci— Penerima Radio, FM-RDS, ESP 32, Radio Komunitas, Sistem Komunikasi.

I. PENDAHULUAN

Radio merupakan salah satu media komunikasi yang telah digunakan sejak lama dan hingga saat ini masih memegang peranan penting dalam penyebaran informasi kepada masyarakat, khususnya di wilayah non-perkotaan. Di daerah tersebut, radio kerap menjadi sarana utama untuk memperoleh informasi, hiburan, serta berita lokal yang relevan. Kondisi ini didukung oleh kemudahan akses dan biaya operasional yang relatif lebih rendah dibandingkan

dengan media berbasis internet. Berdasarkan data Nielsen Indonesia tahun 2023, tercatat sekitar 58% masyarakat di wilayah pedesaan Indonesia masih aktif mendengarkan siaran radio. [1].

Namun, sebagian besar stasiun radio komunitas di Indonesia masih bergantung pada sistem siaran analog yang memiliki keterbatasan dalam hal fitur dan efisiensi. Perangkat konvensional umumnya hanya menyampaikan siaran audio tanpa dukungan informasi tambahan, seperti identitas stasiun, judul lagu, atau pesan teks. Kondisi ini membuat siaran menjadi kurang interaktif dan sulit bersaing dengan platform media digital yang lebih dinamis serta informatif.[2]

Meskipun demikian, perangkat penerima radio FM dengan fitur RDS yang beredar di pasaran umumnya memiliki harga relatif tinggi sehingga kurang terjangkau bagi komunitas dengan keterbatasan anggaran. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang lebih ekonomis dan dapat dibuat secara mandiri. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan pemrosesan digital serta konektivitas nirkabel. Dengan menggabungkan ESP32 dan modul penerima FM seperti SI4703, dapat dibangun sistem penerima radio FM-RDS yang efisien dan hemat biaya. Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat penerima radio yang mampu menampilkan informasi siaran berbasis RDS secara waktu nyata (real-time) dan dirancang untuk mendukung kegiatan radio komunitas, khususnya di lingkungan Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi Universitas Telkom.

II. KAJIAN TEORI

A. Radio Data System

Radio Data System (RDS) adalah sistem penyisipan data yang awalnya digunakan di Eropa. Teknologi ini dikembangkan oleh European Broadcasting Union (EBU) dan kemudian diadaptasi di Amerika Serikat dengan nama Radio Data Broadcast System (RDBS). RDS berfungsi sebagai sistem penyisipan data yang umum digunakan untuk mengirimkan informasi tambahan selain audio pada siaran FM komersial. [3]

RDS merupakan sistem yang diterapkan pada siaran VHF/FM dengan rentang frekuensi 87,5–108 MHz, yang mampu membawa siaran stereo maupun mono. Tujuan utama dari sistem ini adalah mengembangkan fungsi penerima FM agar lebih informatif dengan memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia. RDS menggunakan sisa lebar pita kanal FM pada subpembawa 57 kHz untuk menyisipkan paket-paket informasi tambahan. [3]

B. Modul SI4703

Modul SI4703 merupakan perangkat penerima sinyal FM yang berfungsi untuk mendeteksi serta memproses data Radio Data System (RDS) maupun Radio Broadcast Data System (RBDS). Modul ini bekerja dengan bantuan Arduino Uno sebagai pengendali utama untuk mengolah data RDS yang disisipkan pada frekuensi gelombang FM. Data yang diterima dari modul kemudian diteruskan ke Arduino Uno untuk diproses lebih lanjut. Modul SI4703 memerlukan pasokan daya sebesar 3,3 V yang diperoleh dari Arduino Uno sebagai sumber catu dayanya. Modul ini berfungsi untuk mendeteksi sinyal gelombang radio FM dan memproses data Radio Data System (RDS). Karena SI4703 tidak dilengkapi antena internal, maka digunakan antena eksternal berupa kabel headphone yang dipasang pada soket jack 3,5 mm untuk menangkap gelombang FM. [3]

C. Radio FM

Siaran radio FM merupakan salah satu media telekomunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan informasi dan hiburan kepada masyarakat. Untuk menjangkau pendengar sebagai target audiens, kualitas penerimaan siaran menjadi faktor yang sangat penting. Daya pancar serta karakteristik propagasi sinyal dari pemancar berpengaruh langsung terhadap kualitas teknis layanan pada sisi penerima. [4]

D. ESP32 Microcontroller

Mikrokontroler ESP32 merupakan modul mikrokontroler berperforma tinggi yang telah terintegrasi dengan berbagai fungsi pendukung. ESP32 dikembangkan sebagai generasi penerus dari ESP8266, yang sebelumnya dikenal sebagai salah satu modul Wi-Fi populer di kalangan pengembang. [4] ESP32 dilengkapi dengan dua inti prosesor, di mana satu inti bertugas mengelola konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, sedangkan inti lainnya digunakan untuk menjalankan aplikasi. Modul ini juga memiliki kapasitas memori RAM yang cukup besar, sehingga mampu menyimpan dan mengolah data dengan lebih optimal. Data. [8]

ESP32 dilengkapi dengan berbagai fitur bermanfaat, seperti dukungan protokol komunikasi TCP/IP, HTTP, dan FTP. Modul ini juga mampu melakukan pemrosesan sinyal analog, mendukung penggunaan sensor, serta menyediakan antarmuka untuk perangkat input/output (I/O) digital. Selain itu, ESP32 memiliki konektivitas Bluetooth yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan perangkat yang terhubung melalui jaringan Bluetooth. [8]

E. Liquid Crystal Display (Lcd) 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan media tampilan yang memanfaatkan kristal cair sebagai komponen utama penampil. Teknologi ini telah banyak digunakan pada berbagai perangkat elektronik, seperti televisi, kalkulator, dan layar komputer. Pada penerapan dalam proyek ini, digunakan LCD dot matrix berkapasitas 2 x 16 karakter. LCD berfungsi sebagai media penampil yang digunakan untuk menampilkan informasi atau status kerja alat. [5]

F. Sistem Audio

Sistem audio berfungsi untuk menghasilkan suara dari sinyal audio yang diterima, yang dapat berupa speaker aktif maupun pasif yang terhubung ke modul penerima FM. Proses ini melibatkan metode dan teknologi tertentu untuk mengekstraksi suara dari sinyal tersebut. Pada speaker aktif, penguat suara sudah terintegrasi di dalam perangkat, sedangkan pada speaker pasif diperlukan penguat eksternal. Dalam beberapa penerapan, teknik ekstraksi ucapan terarah (Target Speech Extraction/TSE) dengan memanfaatkan model audio yang telah dilatih sebelumnya digunakan untuk memisahkan suara yang diinginkan dari campuran suara yang kompleks, dengan bantuan prediksi tag suara dan rekomendasi rekaman. [6]

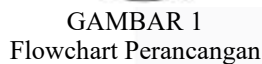
III. METODE

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa berbasis eksperimen, dimulai dari perancangan dan integrasi komponen ESP32, SI4703, LCD, rotary encoder, dan antena, dilanjutkan pengujian fungsional dan kinerja di berbagai kondisi. Data diperoleh melalui pengukuran langsung dan observasi lapangan untuk menilai kekuatan sinyal, kecepatan lock RDS, dan keberhasilan decode informasi.

A. Alur kerja sistem

Alur kerja sistem penerima radio FM-RDS berbasis ESP32 dimulai ketika perangkat dinyalakan, di mana ESP32 menginisialisasi seluruh modul, termasuk SI4703, LCD 16x2 I²C, dan rotary encoder. Pengguna kemudian memilih frekuensi siaran melalui rotary encoder, dan input ini dibaca oleh ESP32 untuk mengirim perintah tuning ke modul SI4703 melalui komunikasi I²C. Modul SI4703 menangkap sinyal FM dari udara menggunakan kabel headset sebagai antena, menghasilkan audio analog yang langsung diteruskan ke speaker aktif, serta mengekstrak data digital RDS berisi informasi seperti nama stasiun dan judul lagu. Data RDS tersebut dibaca dan diproses oleh ESP32 untuk kemudian ditampilkan secara real-time pada LCD 16x2 bersama frekuensi siaran. Selama proses berjalan, ESP32 terus memantau kekuatan sinyal dan kualitas data RDS untuk memastikan tampilan informasi tetap akurat. Frekuensi terakhir yang digunakan dapat disimpan dalam memori agar otomatis dimuat kembali saat perangkat dihidupkan,

B. Blok Sistem



The diagram illustrates the system architecture for the RDS receiver. It shows the flow of data from the 'Sumber Daya' (Data Source) through the 'Rotary Encoder' and 'ESP8266' to the 'LCD 2004'. The 'ESP8266' also receives 'Sinyal Fm' (FM Signal) from the 'Stasiun Radio' (Radio Station) and outputs 'Data Audio' to the 'Headset/speaker komputer' (Computer headset/speaker). The 'ESP8266' is labeled as 'Modul (S4703)'.

Blok Diagram FM RDS

```

graph LR
    Antenna --> VHFUHF[VHF/UHF receiver]
    VHFUHF --> MPX[Stereo MPX]
    MPX --> PA[Power amp.]
    PA --> Speakers[Speakers]
    PA --> VHFUHF
    MPX --> RDSdec[RDS decoder  
Bit-rate clock recovery]
    RDSdec --> PLL[PLL control]
    PLL --> Sync[Group and block synchronization  
Error detection and correction]
    Sync --> RDSproc[RDS data processor]
    RDSproc --> Display[Display]
    Keypad[Key pad] --> RDSproc
    RDSproc --> PLL
  
```

Blok Sistem Penerima Radio

C. Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Nama Komponen	Fungsi
1.	ESP32 Dev Board	Mikrokontroler utama yang berfungsi mengatur dan mengendalikan seluruh proses dalam sistem.
2.	Modul Si4703 FM-RDS	Modul yang berfungsi sebagai penerima sinyal radio FM sekaligus pembaca data RDS.
3.	LCD 16x2 I2C	Menampilkan frekuensi siaran radio beserta informasi RDS pada layar.
4.	Rotary Encoder	Berfungsi sebagai input untuk mengatur atau mengubah frekuensi radio.
5.	Headset Kabel	Berfungsi sebagai antena untuk modul Si4703 sekaligus sebagai media keluaran audio untuk menyiarkan suara dari siaran FM yang diterima.
6.	Speaker Aktif	Menghasilkan suara dari siaran FM yang diterima oleh modul Si4703.
7.	Kabel Jumper	Berfungsi untuk menghubungkan dan menjalin komunikasi antar komponen dalam sistem.
8.	PCB Bolong	Media untuk merakit rangkaian secara permanen.
9.	Switch On/Off	Digunakan untuk menyalakan dan mematikan sistem
10	Baterai Li-ion Isi Ulang	Sebagai sumber daya utama sistem yang dapat diisi ulang melalui charger atau port USB
11	Casing	Melindungi seluruh komponen agar rapi dan mudah dibawa

TABEL 2
Perangkat Lunak

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1.	Arduino IDE	Lingkungan pemrograman utama untuk mengembangkan dan mengunggah kode ke ESP32
2.	Draw.io	Digunakan untuk membuat diagram blok, flowchart, dan ilustrasi sistem
3.	Fritzing	Digunakan untuk membuat skematik rangkaian dan layout perakitan alat

TABEL 3
Perangkat Pendukung

No.	Nama Perangkat	Fungsi
1.	Laptop/PC	Digunakan untuk menulis, mengunggah program ke ESP32, serta memantau output melalui serial monitor
2.	Kabel USB to Micro USB / USB-C	Untuk menghubungkan ESP32 ke laptop selama proses pemrograman dan power
3.	Breadboard	Digunakan saat pengujian awal sebelum sistem dipasang permanen di PCB bolong

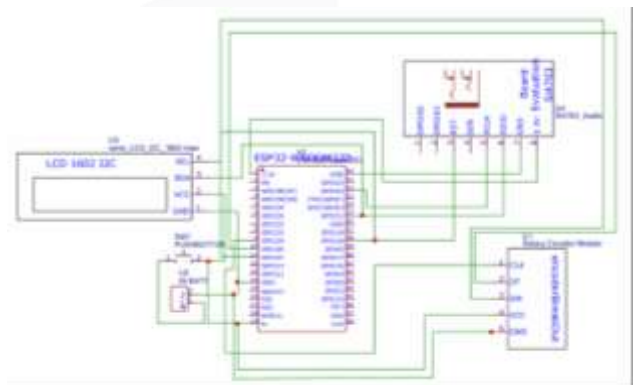
serta rotary encoder untuk navigasi oleh pengguna. Berikut ini ditampilkan hasil perancangan skematik sistem secara rinci, termasuk hubungan antar pin masing-masing komponen dengan ESP32.

Berikut konfigurasi pin yang digunakan untuk alat penerima radio FM RDS :

TABEL 4
Konfigurasi Pin Alat Penerima Radio FM RDS

Komponen	Pin	Terhubung Ke ESP32 Pin
Si4703	3.3V	3.3V
	GND	GND
	SDIO	GPIO 21 (SDA)
	SCLK	GPIO 22 (SCL)
	RST	GPIO 18
Rotary Encoder	CLK	GPIO 32
	DT	GPIO 33
	SW	GPIO 25
	+	3.3V
LCD 16X2 I2C	GND	GND
	VCC	5V
	SDA	GPIO 21
	SCL	GPIO 22

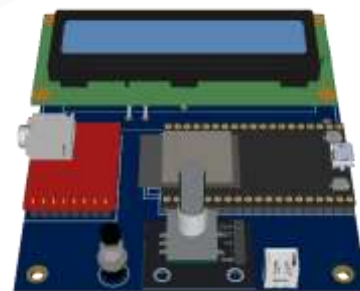
D.Scematic



GAMBAR5

Desain Scematic

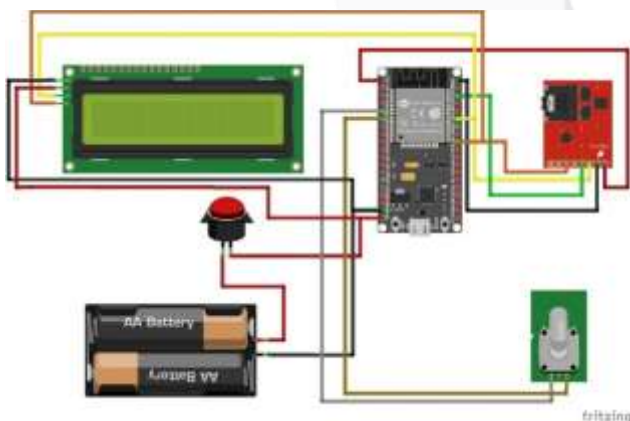
E.Desain 3D PCB



GAMBAR 6

DESAIN 3D PCB

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 4

Skematik Diagram

Pada tahap perancangan, sistem dirancang agar mampu menerima siaran radio FM sekaligus menampilkan informasi RDS (Radio Data System), seperti nama stasiun dan judul lagu. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 Development Board yang terhubung dengan modul penerima FM Si4703, LCD 16x2 dengan antarmuka I2C,

Desain 3D PCB dibuat untuk memberikan gambaran visual yang lebih jelas mengenai tata letak komponen dan jalur koneksi pada papan rangkaian penerima radio FM-RDS berbasis ESP32. Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak EasyEDA, yang mendukung pembuatan skematik, layout PCB, hingga visualisasi tiga dimensi. Pada tahap ini, setiap komponen, termasuk ESP32, modul Si4703, LCD, rotary encoder, dan konektor daya, ditempatkan sesuai skematik dengan mempertimbangkan kemudahan perakitan dan efisiensi jalur koneksi. Desain 3D juga membantu memastikan dimensi fisik PCB sesuai dengan casing yang digunakan serta meminimalkan potensi kesalahan saat produksi dan perakitan. Hasil desain 3D PCB ditampilkan pada Gambar 6.

F. Hasil Dan Implementasi



GAMBAR 7

Hasil Perakitan Radio FM RDS



GAMBAR 8

Hasil Akhir Radio FM RDS

Implementasi sistem dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sesuai skematik yang telah dibuat. ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE dengan library pendukung seperti Wire.h, LiquidCrystal_I2C.h, dan Si4703_Breakout.h. Rotary encoder digunakan untuk memilih frekuensi, sementara informasi RDS ditampilkan pada LCD. Setelah perangkat keras terpasang, sistem diuji dengan menyalakan perangkat dan memutar beberapa stasiun FM lokal. Modul Si4703 berhasil menerima sinyal radio, dan informasi RDS ditampilkan di LCD sesuai dengan yang diharapkan.

G. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan alat penerima radio FM-RDS dalam mendeteksi dan menampilkan informasi siaran dari berbagai stasiun FM yang tersedia di wilayah pengujian. Pengujian mencakup beberapa

parameter, antara lain frekuensi siaran, nama stasiun, keberadaan data RDS, tampilan informasi RDS, serta kualitas audio yang diterima. Hasil pengujian tersebut dirangkum dalam Tabel 4.5 berikut:

No.	Frekuensi (MHz)	Nama Stasiun	RDS Terdeteksi	Informasi RDS yang Ditampilkan	Kualitas Audio
1.	90.5	Cakra FM	Ya	Stasiun : Cakra FM Info : Ingat Radio Ingat Aq	Suara Jernih
2.	95.2	Fajri FM	Ya	Stasiun : FAJRI Info : Suara Kebangkitan Ia	Suara Cukup Jernih
3.	100.4	KLCBS	Ya	Stasiun: KLCBS Info: MARRY LOUISE KNUTSON	Suara Jernih
4.	98.0	Maya FM Bandung	Ya	Stasiun : MAYAFMBANDUNG	Suara Cukup Jernih

GAMBAR 7

Tabel Hasil Pengujian

Pengujian penerimaan data RDS dilakukan di lingkungan sekitar Kampus Telkom University, Bandung, dengan tujuan mengevaluasi kinerja sistem penerima FM-RDS dalam menampilkan informasi dari berbagai stasiun radio FM. Pengujian dilakukan secara manual dengan memutar frekuensi menggunakan rotary encoder hingga sinyal siaran stabil. Jika tersedia, informasi RDS berupa nama stasiun dan teks siaran akan ditampilkan pada layar LCD. Selain mencatat keberhasilan deteksi data RDS, pengujian ini juga menilai kualitas audio yang diterima pada setiap frekuensi. Penilaian dilakukan secara subjektif melalui pendengaran langsung menggunakan speaker atau headset, dan dikategorikan ke dalam beberapa tingkat kejernihan, seperti jernih, cukup jernih, atau buruk. Kategori ini digunakan sebagai indikator tambahan untuk mengevaluasi performa penerimaan sinyal pada berbagai stasiun FM.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem penerima radio FM-RDS berbasis ESP32 telah berhasil dibangun dan berfungsi dengan baik untuk menerima siaran FM serta menampilkan informasi siaran berupa nama stasiun dan teks program melalui fitur RDS. Sistem ini menggunakan modul Si4703 sebagai tuner FM dan pembaca data RDS, serta ESP32 sebagai pengendali utama yang mengatur tampilan data pada LCD 20x4 I2C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan menampilkan informasi RDS dari beberapa stasiun radio, seperti Cakra FM dan Fajri FM, dengan kualitas audio yang bervariasi dari cukup jernih hingga sangat jernih, tergantung kekuatan sinyal pada masing-masing frekuensi. Meskipun tidak semua stasiun menyisipkan data RDS, alat ini tetap dapat menerima

siaran FM secara stabil. Dengan performa yang diperoleh selama pengujian, sistem ini dinilai layak untuk mendukung kebutuhan radio komunitas di lingkungan Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi sebagai perangkat penerima yang praktis, portabel, dan informatif.

REFERENSI

- [1] M. W. N. N. I Bukhari, "Perancangan Sistem Informasi Radio Online Universitas Nasional Berbasis Web," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 2020.
- [2] J. U. B Kurniawan, "Perancangan Radio Portabel Untuk Masyarakat Pedesaan Di Indonesia Berbasis Frekuensi Modulasi (Fm) Dengan Menggunakan Mp3, Memory Card, Komputer," *Majalah Ilmiah UNIKOM*, *repository.unikom.ac.id*, 2016.
- [3] D. D. S. H. A Tianto, "Perancangan Dan Implementasi Alat Penerima Informasi Radio Menggunakan Mikrokontroler Dan Rds Dengan Sistem Alarm," *eProceedings of Applied Science*, *core.ac.uk*, 2016.
- [4] M. R. MF Wicaksono, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk smart home," *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, *ojs.unikom.ac.id*, 2020.
- [5] SUPRIANTO, "Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2," Blog UNNES, October 2015. [Online]. Available: Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2. [Accessed 1 Mei 2025].
- [6] A. F. PS Prawito, "Perancangan Layanan Internet Radio Untuk Radio Konvensional (Studi Kasus Radio Konvensional di Kota Bandung)," *Jurnal E-Komtek...*, *jurnal.politeknik-kebumen.ac.id*, 2019.
- [7] F. T. T. G. RS Utami, "Implementasi Metode Perancangan Aplikasi Penerimaan Penyiar Radio di PT Indah Suara (RIS 96, 5 FM)," *Jurnal Sains dan jurnal.amikwidyaloka.ac.id*, 2023.
- [8] H. Y. Z. W. MN Nizam, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik ejournal.itn.ac.id*, 2022.
- [9] N. N. D. D. Gardeva T, "Vidio Monitoring With ESP32," *Science, Engineering and Education*, 2024.
- [10] K. M. F. Awalia, "Monitoring Sistem Transmisi Dan Distribusi Pada Pemancar Radio Fm Di," *jupiter*, 2024.
- [11] A. H. A. P. A Rifiandi, "Perancangan Implementasi Visible Light Communication Untuk Komunikasi Radio Fm," *eProceedings of Engineering*, *core.ac.uk*, 2017.
- [12] G. Amanar, "Implementasi Gnu Radio Untuk Perancangan Pesawat Penerima Radio Fm (Frequency Modulation)," *repository.ub.ac.id*, pp. 6-7, 2019.