

Perancangan *Changeover* Sistem Transmisi *Air To Ground* Petunjuk *Radio Communication* Berbasis Penekanan Perangkat *Push To Talk*

Herdy Sagustian¹, Dian Rusdiyanto^{1*}

¹Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

*dian.rusdiyanto@mercubuana.ac.id

Abstrak— *Very High Frequency Air To Ground Radio Communication* (VHF A/G) merupakan fasilitas komunikasi penerbangan yang digunakan dalam komunikasi antara pesawat udara dengan petugas pengatur lalu lintas penerbangan di darat. Komunikasi yang digunakan biasanya menggunakan *push to talk* (PTT). Dalam pengoperasiannya *transmitter* dan *receiver* pada VHF A/G terdiri dari masing-masing dua unit yang terdiri dari fungsi utama (*main*) dan fungsi cadangan (*backup*). Fungsi cadangan bertujuan sebagai *backup system* ketika salah satu perangkat bermasalah. Perpindahan dari unit *main* ke *backup* atau sebaliknya diatur oleh *switch Automatic Changeover* (ACO). Secara reguler, *changeover* terjadi jika perangkat utama mengalami masalah, kemudian berpindah ke perangkat *backup* atau dapat pula dipindahkan manual secara langsung pada perangkat VHF A/G. Penelitian ini bertujuan mengurangi beban kerja pada *transmitter* sebagai upaya efisiensi dan efektifitas dengan mengusulkan ACO berbasis penekanan pada PTT. Perancangan ACO menggunakan Arduino Uno pada peralatan VHF A/G dengan 3 (tiga) mode repetisi penekanan PTT. Metode yang digunakan berupa metode penelitian terapan dimana dilakukan perancangan alat dan dilakukan uji coba terhadap kehandalan alat itu sendiri. Hasil perancangan menunjukkan bahwa ACO berbasis penekanan PTT ini telah berhasil memberikan trigger tegangan terhadap relay *main/backup* panel VHF A/G untuk memilih *transmitter* yang digunakan berdasarkan mode repetisi yang diinginkan.

Kata Kunci— ACO, komunikasi pesawat, PTT, transmitter, VHF A/G

DOI: 10.22441/jte.2025.v16i2.005

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi pesawat merupakan salah satu sarana penting dalam pelayanan lalu lintas penerbangan yang memfasilitasi komunikasi baik antar pesawat atau antara pesawat dan Air Traffic Controller (ATC). Frekuensi yang digunakan untuk berkomunikasi biasanya menggunakan gelombang *high frequency* (HF) pada rentang 2 MHz – 30 MHz dan *very high frequency* (VHF) pada rentang 116 MHz/118 MHz – 136 MHz. Selain itu, komunikasi pesawat ada pula yang memanfaatkan teknologi satelit [1]–[3].

Sistem komunikasi antara pesawat dan ATC biasanya menggunakan perangkat Very High Frequency Air to Ground Radio Communication (VHF-A/G). VHF-A/G merupakan perangkat komunikasi darat dan udara yang terdiri dari

transmitter dan receiver yang menggunakan frekuensi VHF pada lalu lintas penerbangan yang ada di bandar udara. VHF A/G terdiri dari perangkat *transmitter* (Tx) dan *receiver* (Rx) serta fasilitas pendukung komunikasi seperti Desk Control yang memuat modul Microphone, Speaker, PTT (Push to Talk) dan interface ke *transceiver*. Petugas pemandu lalu lintas penerbangan melakukan komunikasi dengan pilot dan sebaliknya menggunakan menggunakan PTT [4], [5]. Pilot dapat mengarahkan pesawatnya pada titik dan arah tertentu dengan bantuan petugas ATC. Oleh karena itu, performa perangkat VHF-A/G ini harus dalam kondisi prima [6].

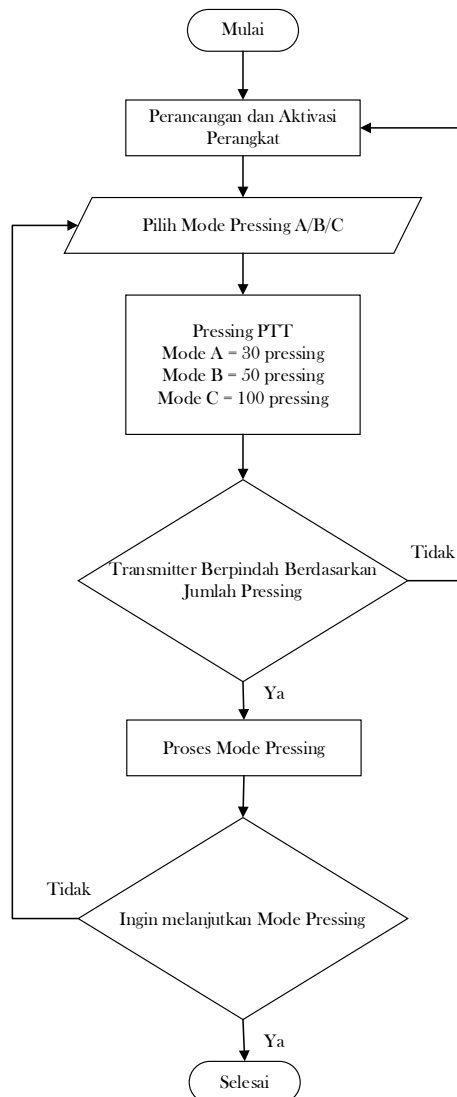
Penelitian ini fokus pada peningkatan performa perangkat VHF-A/G untuk menunjang komunikasi pilot dan ATC. Perangkat yang dikembangkan berada pada sisi transmitter. Dalam pengoperasiannya transmitter pada VHF A/G terdiri dari dua unit yang terdiri dari fungsi utama (*main*) dan fungsi cadangan (*standby*). Penggunaan perangkat cadangan bertujuan sebagai *backup system* ketika Tx bermasalah. Perpindahan dari unit Main ke Standby atau sebaliknya diatur oleh *Automatic Changeover Switch* (ACS) [7]–[9]. Secara reguler, perpindahan (*changeover*) terjadi jika perangkat utama mengalami masalah, kemudian berpindah ke perangkat cadangan atau dapat pula dipindahkan manual secara langsung pada perangkat tersebut [10]. Dengan kondisi tersebut beban kerja alat menjadi tidak seimbang sehingga dapat menyebabkan kerusakan. Selain itu, dengan tidak bekerjanya salah satu alat (*standby*) dalam waktu yang lama akan mengakibatkan error pada relay atau perangkat itu sendiri [11], [12].

Masalah tersebut menjadi latar belakang utama pada penelitian ini, yaitu dengan membuat *automatic changeover* yang dikontrol melalui PTT. Alat yang diuji fokus pada *changeover* transmitter, dimana dengan jumlah penekanan (*pressing*) tertentu pada PTT membuat transmitter akan berpindah otomatis dari Tx main ke Tx backup atau sebaliknya. Sebelumnya telah dilakukan perancangan switching oleh [13] yang menggunakan simulasi *remote radio switching*. Yang membedakan dengan penelitian sebelumnya, ACO yang diajukan bekerja pada *pressing* PTT dari petugas ATC.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini terdiri dari perancangan alat sesuai dengan karakteristik yang diusulkan seperti yang terlihat pada diagram alir. Selanjutnya penjabaran secara detail lewat penjaluran mulai dari desain alat pada Arduino sampai kepada

peralatan VHF A/G [14]. Topologi sistem menjelaskan hubungan masing-masing inputan yang dapat saling berkomunikasi antar alat.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

Teknis penelitian ini tergambar pada diagram alir yang dimulai pada proses perancangan sistem dan aktivasi alat sampai pemilihan mode pressing pada PTT. Diagram alir terlihat pada Gambar 1. Mode pressing yang diusulkan pada penelitian ini terdiri dari tiga jenis, yaitu mode A yang memiliki karakteristik 30 penekanan, mode B memiliki 50 penekanan dan mode C sebanyak 100 penekanan.

Dalam proses perancangan sistem Automatic Changeover, alat dan bahan yang digunakan terdiri dari perangkat keras seperti yang terlihat pada tabel 1. Sedangkan perangkat lunak menggunakan *Integrated Development Environment (IDE)* sebagai text editor untuk membuat, mengedit dan memvalidasi kode program serta mengunggah ke *board* Arduino.

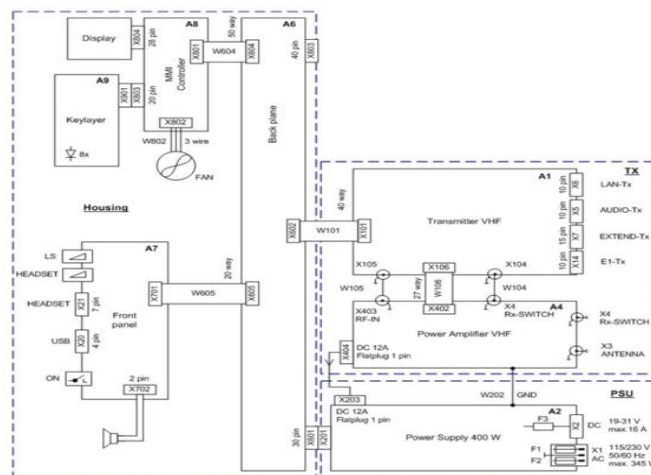
Tabel 1. Alat dan Bahan

NO	KOMPONEN	JUMLAH
1	Arduino Uno	1
2	Relay Module	1

3	Kabel listrik AC	1
4	Power Socket	1
5	Power supply 5V 2A	1
6	Toggle Switch	3
7	LM393	1
8	LCD 16x4	1
9	LED	2
10	Breadboard	1
11	Box Project	1
12	Terminal Blok	1

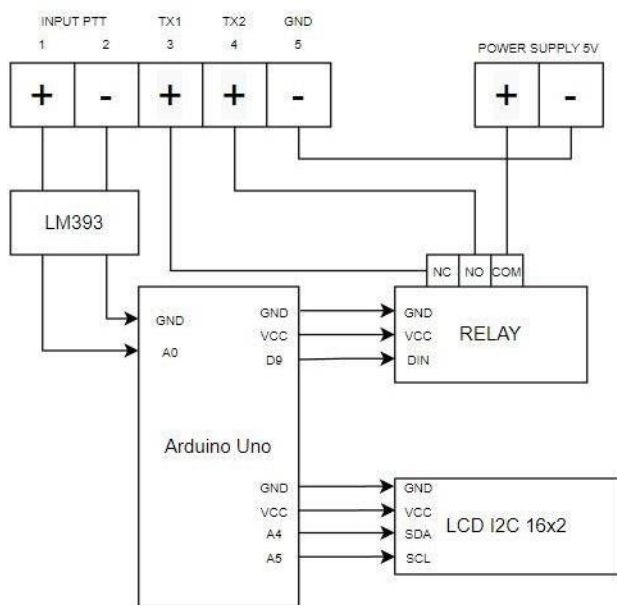
Untuk memvalidasi keberhasilan alat, maka dilakukan pengujian terhadap perangkat secara nyata yang digunakan pada sistem VHF A/G [14]. Pengujian dilakukan di Laboratorium CNS Kampus Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Cara kerja sistem terdiri dari beberapa blok diagram, seperti sistem VHF A/G dan perancangan sistem changeover pada arduino. Peralatan VHF A/G menggunakan jenis *Rohde & Schwarz* dengan tipe SU4200 [15]. Model penjaluran antar alat pada perangkat VHF A/G dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok pada VHF A/G Rohde & Schwarz

Gambar 2 menunjukkan beberapa perangkat yang terdiri dari *Power Supply*, *Transmitter*, *Audio Interface*, sistem *switching*, *amplifier*, dan antenna. Radio dapat disupply oleh tegangan AC dan/atau DC [15]. Jika terdapat kegagalan pada tegangan AC, maka secara otomatis Radio akan berpindah ke tegangan DC. Pada perangkat pemancar (transmitter), terdiri dari dua bagian, yaitu transmitter interface pada front panel yang digunakan oleh operator sedangkan perangkat transmitter nya sendiri terdapat di data center. Power Amplifier VHF berfungsi untuk proses penguatan sinyal hasil modulasi untuk dipancarkan melalui antenna. Sedangkan antar muka audio interface terhubung dihubungkan ke panel belakang dan PTT. Sebagai masukan PTT, tegangan dapat diatur dalam beberapa nilai (-48V, +28V, optocoupler input). Sementara jika sistem difungsikan jarak jauh, remote control dapat dihubungkan menggunakan kabel Ethernet/LAN.



Gambar 3. Penjaluran alat pada sistem

Sistem penyaluran (wiring) alat pada perangkat VHF A/G menggunakan tipe kabel UTP dengan konektor DB-25 yang terhubung ke Control Panel (GB-409). Pada pengkabelan ini, rancangan terhubung paralel dengan PTT dan GND dari GB-409 pada LSA TX atau sebagai Main Distribution Frame. Masukan PTT dan GND terhubung ke terminal port 1 dan port 2, kemudian diteruskan ke LM 393 sebagai pengatur tegangan referensi ke Arduino. Keluaran Arduino diteruskan ke relay untuk mengatur tegangan input yang masuk pada relay RF di VHF A/G. Gambar 3 menunjukkan penyaluran alat pada sistem dimana Arduino Uno berperan sebagai perangkat input program yang diteruskan ke output sesuai yang diinginkan, dalam hal ini output yang digunakan yaitu Relay 4 channel yang berfungsi untuk mengatur tegangan input yang masuk pada relay RF.

Relay 4 Channel digunakan untuk mengatur tegangan 28 VDC (dari PSU pada peralatan Tx RS) yang akan diteruskan ke Relay Main/Standby Tx. Sedangkan IC LM 939 digunakan untuk mengatur tegangan referensi (PTT) ke arduino agar sesuai dengan spesifikasi Arduino. Untuk menampilkan status switching pada peralatan digunakan LCD 16 x 4. Di sisi lain, toggle switch berfungsi sebagai trigger untuk menentukan Mode pressing A/B/C.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, hasil perancangan dan realisasi alat ditampilkan. Selain itu pengujian dari model switching juga dilakukan. Pengujian switching terbagi menjadi dua jenis, yaitu pengujian switching pada rancangan alat dan pengujian yang diintergrasikan pada sistem. Jika pengujian pada alat berhasil, maka dilakukan pengujian pada sistem.

A. Realisasi Alat

Gambar 4 menunjukkan hasil realisasi alat yang telah dirakit dari penggabungan beberapa komponen. Untuk menjaga kondisi

dari alat, maka digunakan box yang menutupi beberapa komponen penting agar terhindar dari debu dan air. Tampilan LED terlihat pada sisi atas box dengan pilihan mode pressing berbentuk toggle pada bagian depan sistem. Penggunaan terminal pada port 1 dan port 2 digunakan sebagai sensor trigger untuk PTT sekaligus untuk melakukan counting (menghitung) pada rancangan. Port 3, port 4 dan port 5 menghubungkan relay RF pada Transmitter VHF A/G dengan power supply yang terdapat pada alat. Untuk PTT+ dan ground dihubungkan dengan menggunakan 1 buah kabel yang dihubungkan singkat pada port 1 dan port 2. Rancangan ini dilengkapi dengan tiga buah toggle switch untuk pemilihan mode yang merepresentasikan jumlah repetisi PTT yang ditekan. Penghitungan jumlah PTT dan perubahan kondisi dari Transmitter 1 ke Transmitter 2 ataupun sebaliknya ditampilkan pada LCD 16x4 pada rancangan ini.



Gambar 4. Hasil realisasi alat

B. Pengujian Switching pada Alat

Pengujian switching pada alat dilakukan dengan memposisikan toggle switch (pilih mode) ke posisi posisi ON (keatas). LED menampilkan informasi terkait dengan mode repitisi yang dipilih, mode A (30 repitisi), mode B (50 repitisi), mode C (100 repitisi). Keterangan TX ON AIR menunjukkan Transmitter yang sedang memancar pada pada TX tertentu dimana jika LED 1 yang menyala maka menunjukkan indikator untuk Transmitter 1 yang bekerja.



Gambar 5. Pengujian switching pada Alat

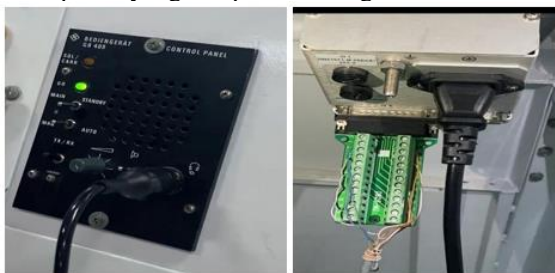
Selanjutnya dilakukan percobaan dengan hubung singkat port 1 dan port 2 pada terminal dengan menggunakan 1 buah kabel. Informasi count pada LCD menunjukkan perubahan angka seiring dengan repetisi hubung singkat port 1 dan port 2. Sebagai contoh, pengujian dilakukan untuk mode A dengan 30 repetisi. Saat angka pada informasi count mencapai 30 maka setelah 1 detik TX ON AIR berubah dari TX1 menjadi TX 2 dan informasi count pada LCD kembali ke angka 0.

Gambar 5 menunjukkan kondisi awal pengujian switching Arduino untuk mode A dimana posisi toggle switch 1 dalam kondisi ON sementara untuk posisi toggle switch 2 dan toggle switch 3 dalam kondisi OFF. Selanjutnya, gambar menampilkan kondisi dimana hitungan simulasi PTT sudah mencapai 30 sementara TX On Air masih pada kondisi awal yaitu TX1. Kondisi ini menunjukkan dimana TX yang memancar belum berpindah karena switching belum terjadi.

Selanjutnya alat menggambarkan kondisi sudah terjadi switching dimana tepat 1 detik setelah hitungan simulasi PTT mencapai 30 kali kemudian TX On Air berubah menjadi TX2. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian switching system perancangan untuk mode A berjalan dengan baik. Pengujian terhadap mode B dan C juga telah berhasil sesuai dengan perencanaan.

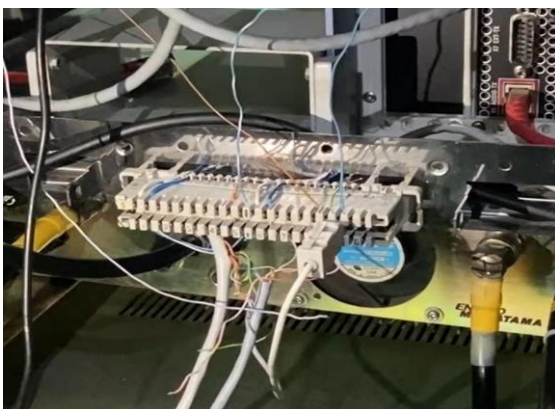
C. Pengujian Alat Pada Sistem

Setelah switching pada alat berhasil, maka selanjutnya alat dikoneksikan pada sistem VHF A/G untuk melihat implementasi secara langsung melalui transmitter. Interkoneksi rancangan dihubungkan secara parallel pada alat LSA/MDF terhadap posisi kabel PTT dan Ground yang terhubung ke Control Panel GB 409 di Desk Control melalui konektor DB 25. Sementara untuk menghubungkan relay dengan power supply dari rancangan dilakukan dengan menghubungkan kabel saklar yang ada di modul RF Distribution pada peralatan ke terminal port 3 dan port 4 yang ada pada rancangan.



Gambar 6. Modul Control Panel

Gambar 6 menampilkan modul Control Panel (GB-409) yang terlihat tampak depan dan belakang. Pada bagian ini, PTT berfungsi sebagai trigger untuk melakukan counting (menghitung) sampai dengan repetisi yang diharapkan sesuai dengan mode yang dipilih sebelum transmitter switching dari TX berpindah. Tampak konektor DB 25 terhubung pada modul Control Panel GB-409 dengan LSA yang terdapat pada cabinet Transceiver SU 4200. Gambar 7 menampilkan bagian Main Distribution Frame atau LSA yang menghubungkan kabel dari modul Control Panel (GB-409) dengan modul Transmitter untuk memberikan fungsi PTT dan Ground yang diparalelkan dengan rancangan melalui port 1 dan port 2 terminal kabel.



Gambar 7. Main Distribution Frame/LSA

Jika koneksi pada alat dan sistem telah terhubung, selanjutnya dilakukan pengujian switching untuk melihat respon sistem dari pemilihan mode pada alat. Pengujian dilakukan dengan tiga mode yang diajukan. Namun dalam hal ini, ditampilkan pengujian mode B dengan 50 repetisi.

Dengan pemilihan mode B maka tampilan kondisi awal switching Arduino pada perangkat VHF A/G menunjukkan posisi toggle switch 2 dalam kondisi ON sementara untuk posisi toggle switch 1 dan toggle switch 3 dalam kondisi OFF. Gambar 8 menampilkan kondisi repetisi penekanan PTT sudah mencapai 50 sementara TX On Air masih pada kondisi awal yaitu TX2. Kondisi ini menunjukkan TX yang memancar belum berpindah karena switching belum terjadi.

Proses switching terjadi setelah tepat 1 detik dari proses penekanan PTT yang mencapai 50 kali dimana TX On Air berubah menjadi TX1. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian switching system perancangan pada perangkat VHF A/G untuk mode B berjalan dengan baik. Pengujian dengan mode A dan C juga menunjukan hasil yang sama, yaitu alat bekerja dengan baik. Dengan demikian, perancangan alat telah sesuai dengan target yang diinginkan dimana switching pada alat dan sistem telah bekerja sesuai dengan tujuan.



Gambar 8. Pengujian Mode B pada sistem

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian alat ACO pada perangkat transmisi VHF A/G maka dapat disimpulkan bahwa rancangan ini berhasil memindahkan sistem transmisi berdasarkan penekanan PTT. Pengujian terhadap masing-masing mode telah sesuai dimana perangkat TX berpindah saat dilakukan penekanan sebanyak 30 kali (mode A), 50 kali (mode B) dan 100 kali (mode C). Proses perpindahan sistem berjalan setelah satu detik dari proses penekanan. Dengan melakukan pengujian melalui perangkat sebenarnya di lapangan maka penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi pelayanan telekomunikasi di penyelenggara navigasi penerbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Przybylski, N. Sugunraj, and P. Ranganathan, "Aircraft Communication Systems - Topologies, Protocols, and Vulnerabilities A Whitepaper On Aircraft Communication Systems - Topologies, Protocols, and Vulnerabilities By Center for Cyber Security Research (C2SR)," *Electr. Eng. Student Publ.*, vol. 1, pp. 1-9, 2023.
- [2] F. Salis, "Sistem Komunikasi Pesawat," *J. Univ. Nurtanio Bandung*, vol. 2, no. 2, 2012.
- [3] T. Kan, N. Katayama, and T. Takahashi, "Aeronautical Satellite Communications using WINDS," *J. Natl. Inst. Inf. Commun. Technol.*, vol.

- 64, pp. 139–144, 2021.
- [4] J. Wahyudi, “KAJIAN TEKNIS HASIL PEMASANGAN VHF-ER GROUND TO AIR (Studi Kasus: KAJIAN TEKNIS HASIL PEMASANGAN VHF-ER GROUND TO AIR (Studi Kasus :,” *TELKA - J. Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, 2017.
- [5] H. S. Bandung, “Analisis Kinerja VHF-A / G Tower / ADC dengan VHF-A / G APP di Bandar Udara,” *APPROACH, J. Teknol. Penerbangan*, vol. 4, no. 1, pp. 75–84, 2018.
- [6] A. G. Y. Dilengkapi, D. Cavity, and F. Di, “ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PERALATAN VHF-,” vol. 23, no. 2, pp. 96–113, 2022.
- [7] M. Alif, A. Nirmalaswabhawa, A. S. Prabowo, and T. Warsito, “RANCANGAN AUTOMATIC SWITCHING USER INTERFACE UNTUK RADIO APP PRIMARY MAIN DAN BACKUP FREKUENSI 120 . 4 MHZ DI PERUM LPPNPI CABANG BALIKPAPAN Cabang Balikpapan menyediakan peralatan,” pp. 1–10, 2020.
- [8] T. Warsito, S. D. Radio, and A. Uno, “RANCANGAN MONITORING INTERFERENSI FREKUENSI PADA KOMUNIKASI VHF AIR TO GROUND BERBASIS ARDUINO UNO,” 2021.
- [9] L. D. Asrar and B. Kurniawan, “Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Pzem-004t,” *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 2, no. September, pp. 70–74, 2022.
- [10] T. Cahyani, O. Hendra, R. Sadiatami, W. Nugraha, and M. F. Habillah, “Rancangan Monitoring Peralatan Transmitter Very High Frequency PAE T6T Berbasis Web Server,” *J. Airt. Eng. Technol.*, no. 2, pp. 48–53, 2021.
- [11] A. Bahrawi, “Pengembangan Radio Komunikasi VHF A / G Type Icom-A210 Development of Radio Communications VHF A / G Type Icom-A210,” vol. 3, pp. 118–122, 2020.
- [12] D. Incam and R. Yusnita, “EVALUASI RELIABILITY VHF GROUND TO AIR (A / G) APPROACH CONTROL SERVICE (APP) DI BANDARA SULTAN SYARIEF,” vol. 6, pp. 1–5, 2019.
- [13] V. Issue, F. I. Adama, Y. Suprianto, A. Zulkanaen, and M. A. Sulaiman, “Rancangan Pegembangan Simulasi Remote Radio Switching System Berbasis Arduino Mega,” *JUTIN J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [14] G. Susanto and Yuliza, “Perancangan pH Meter Pada Boiler HRSG Berbasis Arduino,” *Sinergi*, vol. 19, no. 1, pp. 37–44, 2015.
- [15] Waluyo, K. S. Syah, S. Saodah, and D. Nataliana, “Arduino Uno-Based Automatic Transfer Switch,” *Rev. Roum. des Sci. Tech. Ser. Electrotech. Energ.*, vol. 66, no. 4, pp. 219–224, 2021.