Jurnal TNI Angkatan Udara (Vol. 4 No.3, 2025)
ISSN: 2809-5464

RANCANGAN *AUTOMATIC SWITCHING USER INTERFACE* UNTUK RADIO APP *PRIMARY MAIN* DAN *BACKUP* FREKUENSI 120.4 MHZ DI PERUM LPPNPI CABANG BALIKPAPAN

Muhamm Iqbal Hikmatullail[1], Muchammad Furqon[2], Rakin Ghiyat Niagara[3], Kurniawan[4], Rayhan Kemal[5], Tia Dikatama Tsania[6]

[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 meningkatkan efisiensi dan keselamatan komunikasi penerbangan di wilayah udara APP Balikpapan dengan merancang sistem pengendalian radio utama dan cadangan pada frekuensi 120.4 MHz yang dapat dioperasikan langsung dari meja kontrol. Sistem terdiri dari tiga modul utama, yaitu satu modul Automatic Switching dan dua modul Radio Interface. Pengujian dilakukan menggunakan handy talkie sebagai media simulasi radio VHF. Modul Automatic Switching dilengkapi dengan layar sentuh Human Machine Interface (HMI) merek Nextion yang dirancang menggunakan aplikasi Nextion Editor sebagai antarmuka kendali dan visualisasi proses changeover. Modul ini mendukung pemilihan kanal secara manual maupun otomatis untuk dua perangkat radio berbeda. Sinyal audio dari headset diproses terlebih dahulu oleh modul Automatic Switching sebelum diteruskan ke perangkat radio melalui Radio Interface. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses changeover dengan baik pada kedua mode, serta memberikan akses cepat dan andal bagi petugas APP untuk beralih antara radio utama dan cadangan tanpa perpindahan fisik. Rancangan ini berpotensi meningkatkan responsivitas dan keselamatan komunikasi dalam pengendalian lalu lintas udara.

Kata Kunci: *Komunikasi VHF, Radio Cadangan, Antarmuka, Automatic Switching, Sistem Changeover, Human-Machine Interface (HMI.*

.

Abstrak — *This study aims to improve the efficiency and safety of flight communications in the APP Balikpapan airspace by designing a primary and backup radio control system at a frequency of 120.4 MHz that can be operated directly from the control desk. The system consists of three main modules, namely one Automatic Switching module and two Radio Interface modules. Testing was carried out using a handy talkie as a VHF radio simulation medium. The Automatic Switching module is equipped with a Nextion brand Human Machine Interface (HMI) touch screen designed using the Nextion Editor application as a control interface and visualization of the changeover process. This module supports manual and automatic channel selection for two different radio devices. The audio signal from the headset is first processed by the Automatic Switching module before being forwarded to the radio device via the Radio Interface. The test results show that the system is able to run the changeover process well in both modes, and provides fast and reliable access for APP officers to switch between primary and backup radios without physical movement. This design has the potential to improve the responsiveness and safety of communications in air traffic control.*

Keywords: *VHF Communication, Backup Radio, Interface, Automatic Switching, Changeover System, Human-Machine Interface (HMI).*

1. PENDAHULUAN

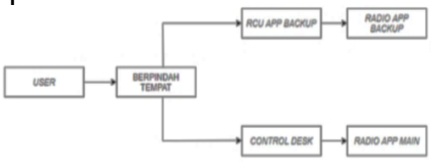
Dalam proses penerbangan dari bandara asal ke tujuan pada umumnya pilot membutuhkan dukungan dari berbagai fasilitas, seperti komunikasi, navigasi, dan surveilans. Salah satu fasilitas utama adalah *Aeronautical Mobile Service* (AMS), yang memungkinkan komunikasi antara *ground station* dan pesawat. Salah satu komponen dalam AMS adalah *Very High Frequency Air to Ground* (VHF A/G) yang beroperasi pada rentang frekuensi 118–137MHz. Dalam hal ini pentingnya komuni kasi penerbangan sehingga perlu dibentuk lah lembaga yang menyelenggara kan dan memelihara keandalan fasilitas ini, VHF A/G. Di Indonesia, tugas ini diemban oleh Perum LPPNPI (*AirNav* Indonesia). Salah satu fasilitas yang dioperasikan di Cabang Balikpapan adalah radio APP Primary 120.4 MHz, yang terdiri dari transmitter dan receiver merk PAE, serta perangkat *Remote Control Unit* (RCU) PAE yang terhubung ke radio cadangan T6T 100Watt dan T6R. Masalah muncul saat terjadi communication fail pada radiolink antara gedung operasi dan gedung transmitter, yang memaksa APP controller untuk beralih ke radio backup. Proses peminda han ini masih dilakukan secara manual dan mengharuskan *controller* meninggalkan control desk menuju RCU yang terletak±4 meter jauhnya di meja *Flight Data Officer* (FDO), sehingga mengurangi efisiensi kerja. Karena keterbatasan ruang di control desk APP, RCU tidak dapat dipindahkan ke lokasi ideal. Oleh karena itu, diperlukan sistem *interface* dan *switching* otomatis agar pengoperasian radio cadangan bisa dilakukan langsung dari *control desk* tanpa berpindah tempat, terutama sebagai solusi kontingensi jika radio utama 120.4 MHz atau *Voice Communication and Switching System* (VCSS) gagal. Penelitian sebelum nya oleh Rizki Febrianto dkk, mengusulkan sistem *switching* frekuensi berbasis mikrokontroler dan relay, namun hanya mendukung pemindahan manual menggu nakan tombol. Dalam rancangan ini, penulis mengembangkan sistem yang dilengkapi layar sentuh HMI Nextion untuk manual switching, pemilihan mode operasi, serta kemampuan *automatic switching* antara radio APP utama dan cadangan guna meningkatkan keandalan komunikasi penerbangan di wilayah APP Balikpapan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *metode research and development* (R&D) yang mencakup analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan antar muka pengguna, implementasi modul *switching* otomatis, serta pengujian fungsional. Tahapan dimulai dari identi fikasi masalah di area operasional APP Balikpapan, kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem interface, pembuatan prototipe menggunakan HMI Nextion, dan pengujian kinerja *switching* baik secara manual maupun otomatis untuk dua saluran radio berbeda. Evaluasi dilakukan untuk memastikan sistem dapat meningkat kan efisiensi dan efektivitas pengendalian komunikasi tanpa mengganggu posisi kerja *controller*.

2.1. Desain Penelitian

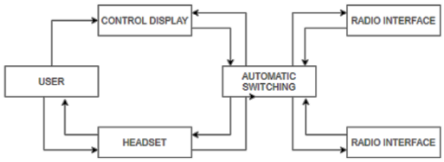
Pada bagian ini penulis akan membahas Rancangan yang dibuat dengan tujuan untuk mempermudah kinerja APP *Contro ller di Airnav* Cabang Balikpapan dalam mengoperasikan radio main dan backup APP Primary 120.4MHz tanpa beranjak dari control desk APP guna meningkatkan keselamatan dan keamanan komunikasi penerbangan di wilayah udara APP Balikpapan.



Kondisi Sebelum, Sumber:Peneliti (2021)

- Kondisi yang terjadi saat ini adalah pada saat menggunakan backup radio dengan mengoperasikan RCU PAE, controller

APP harus beranjak dari *controll desk* nya karena, posisi RCU tersebut tidak berada di desk controller APP melainkan berada di sebelah desk FDO. Posisi tersebut tidak ideal bagi controller APP dalam melaksanakan tugasnya. Selain itu dikarenakan tidak ada ruang yang cukup pada controll desk APP, RCU PAE tidak dapat ditempatkan di controll desk APP. Pada pengoperasia an radio main dan radio *backup*, sistem pemin dahan dari radio main ke radio backup masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu, yang mana pelayanan komunikasi pener bangan di wilayah APP Balikpapan menjadi kurang efektif dan efisien.



Kondisi yang diharapkan, Sumber:Peneliti (2021)

- Untuk mencegah pelayanan komunikasi penerbangan menjadi kurang efektif dan untuk mempermudah kinerja dari controller APP dalam mengoperasikan radio backup APP 120.4 MHz, penulis mencoba membuat sebuah rancangan alat sebagai interface supaya controller bisa mengoperasikan radio backup langsung di *control desk* APP tanpa berpindah posisi serta pada saat perpindahan dari radio main ke radio *backup* dapat bekerja secara otomatis untuk meningkatkan pelayanan komuni kasi penerbangan di wilayah APP Balikpapan.

2.2. Instrumen Penelitian

Proses pembuatan rancangan ini akan terlaksana apabila didukung oleh beberapa alat berikut, yaitu:

Perangkat Keras	
1	*Microcontroller* Arduino UNO R3
2	*Power Supply Switching* 5V 2A
3	*Modul Relay*
4	Kabel *Power* Listrik
5	LCD nextian HMI
6	*Box Project* Hitam
Perangkat Lunak	
8	Arduino IDE
9	Arduino Code
10	Nextion Editor Software

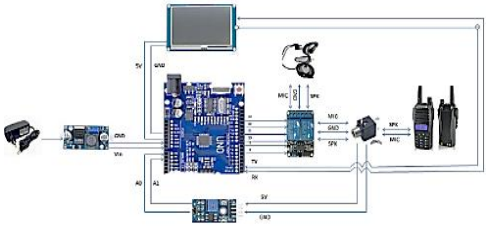
Instrumen Penelitian, Sumber:Peneliti (2021)

2.3. Kriteria Penelitian

Kriteria sangatlah dibutuhkan karena akan menentukan kebutuhan yang akan dipakai untuk merancang suatu alat. Tahap dari permulaan dalam membuat perancangan untuk menentukan kebutuhan secara umum dan diharapkan dapat mencapai tujuan pembuatan perancangan secara umum dengan beberapa cara:

- Dapat memindahkan peralatan radio APP *primary* main dan radio *back up* di Airnav Cabang Balikpapan secara otomatis.
- Dapat dapat mengefisiensikan kinerja dari controller dengan tidak melakukan perpindahan tempat

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Blok Diagram Rancangan, Sumber:Peneliti (2021)

Blok diagram dimulai dari user atau pengguna. Blok diagram ini dibedakan menjadi dua jalur yaitu jalur control dan jalur audio. Awalnya user melakukan *control switching* radio melalui channel control display untuk memilih line audio yang dipilih user. Kemudian diproses oleh *channel control display* untuk memberikan perintah kepada Arduino untuk memilih frekuensi radio atau *line audio* mana yang aktif untuk meneruskan audio receive dan transmit. Lalu perintah *switching line audio* yang dikirim oleh ardunio di eksekusi oleh *automatic switching module*. *Automatic switching module* akan meneruskan sinyal audio ke modul radio yang dipilih, selanjutnya diteruskan ke radio untuk di pancarkan. Pada kondisi transmit, suara dari user diterima oleh *microphone*, di teruskan oleh *automatic switching module* yang selanjutnya dilanjutkan oleh modul radio *interface* yang kemudian dikirim menuju radio transmitter untuk dipancarkan

hingga diterima oleh pilot di pesawat dengan frekuensi yang sama. Pada kondisi *receive*, sinyal audio dari pesawat yang diterima oleh radio *receiver* dengan frekuensi yang sama, kemudian diteruskan ke radio, kemudian menuju modul *automatic switching* yang mendis tribusikan sinyal *audio receiver* menuju dua output yaitu menuju *headphone* pada headset user dan juga menuju speraker eksternal sehingga dapat didengar oleh *user*.

3.1.Tahapan Rancangan

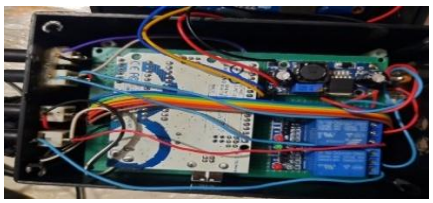
Tahapan perancangan meliputi persiapan perangkat lunak, perancangan *hardware,* perancangan keseluruhan, merangkai ran cangan dan merancang program pada mikrokontroler Arduino Uno.

3.1.1. Menyiapkan Perangkat Keras

- *Headset*. *Headset* merupakan gabungan antara *Headset* adalah gabungan *head phone* dan mikrofon, berfungsi sebagai *input/output* audio antara *user* dan perangkat komunikasi. Pada rancangan ini, mikrofon digunakan untuk transmisi suara saat tombol PTT ditekan, yang mengaktifkan relay dan membuka jalur audio ke radio. Saat menerima, sinyal audio dari radio diteruskan ke *head phone* pengguna.

Headset dengan Mic PTT, Sumber:Peneliti (2021)

- *Automatic Switching Module*. Modul ini merupakan pusat kontrol switching. Perintah dari HMI diproses oleh Arduino dan diteruskan ke relay yang mengatur jalur audio antara radio utama dan cadangan. Modul ini menentukan jalur audio yang aktif berdasarkan masukan dari user melalui layar kontrol.



Rancangan Automatic Switching System, Sumber:Peneliti (2021)

- *Handy Talkie* (HT). HT digunakan sebagai simulasi dari radio PAE T6T 100 W (transmitter) dan T6R (receiver). HT menerima sinyal audio dan trigger PTT dari user, lalu memancarkan ke pesawat. Sebaliknya, HT juga menerima sinyal dari pesawat yang diteruskan kembali ke pengguna melalui rangkaian.

Handy Talky, Sumber:Peneliti (2021)

3.1.2. Menyiapkan Perangkat Lunak

- *Instalasi Arduino* IDE. Pertama melaku kan pengunduhan aplikasi Arduino IDE pada halaman *website* https://www. arduino.cc/, setelah itu melanjutkan ke tahap instalasi.

Download Arduino IDE, Sumber:Peneliti (2021)

- *Arduino Code*. Deklarasi Pin, Pin digital 8–13 digunakan untuk mengontrol enam relay, masing-masing untuk jalur mikrofon (*Up, Mid, Down*) dan speaker. Selain itu, pin analog A0 dan A1 digunakan sebagai input pembacaan data dari Radio 1 dan Radio 2.

```
#define relayUpMic          8
#define relayMidMic         9
#define relayDownMic        13
#define relayUpSpeaker      12
#define relayMidSpeaker     11
#define relayDownSpeaker    10

int radio1 = A0;
int radio2 = A1;
```

Deklarasi Pin, Sumber:Peneliti (2021)

- Komunikasi Serial dan Nilai *Switch*, Pin 6 (RX) dan 7 (TX) digunakan untuk komuni kasi serial tambahan menggunakan *library software serial*. Nilai *switch_on* dan *switch_off* masing-masing didefinisikan sebagai 1 dan 0.

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(6, 7);
const int SWITCH_ON = 1;
const int SWITCH_OFF = 0;
```

Komunikasi Serial dan Nilai Switch, Sumber : Peneliti (2021)

- Inisialisasi Sistem, Pada fungsi *setup* (), komunikasi serial diinisialisasi dengan baudrate 9600. Semua pin relay diatur sebagai output dan di-set *high* sebagai kondisi awal (relay aktif). Pin analog dari radio diatur sebagai input.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(radio1, INPUT);
  pinMode(radio2, INPUT);
  pinMode(relayUpMic, OUTPUT);
  pinMode(relayMidMic, OUTPUT
  pinMode(relayDownMic, OUTPUT);
  pinMode(relayUpSpeaker, OUTPUT);
  pinMode(relayMidSpeaker, OUTPUT);
  pinMode(relayDownSpeaker, OUTPUT);
  digitalWrite(relayUpMic, HIGH);
  digitalWrite(relayMidMic, HIGH);
  digitalWrite(relayDownMic, HIGH);
  digitalWrite(relayUpSpeaker, HIGH);
  digitalWrite(relayMidSpeaker, HIGH);
  digitalWrite(relayDownSpeaker, HIGH);
}
```

Inisialisasi Sistem, Sumber:Peneliti (2021)

- Logika *Relay Mode* Otomatis, pada mode otomatis, pembacaan nilai input dari dua radio digunakan untuk menentukan kondisi relay. Jika hanya satu radio aktif, maka semua relay akan aktif (*High*). Namun jika kedua radio aktif atau tidak aktif, relay akan mati (*Low*).

```
if (dataRadio1 != 0 && dataRadio2 == 0)
   { /* relay ON */ }
else if (dataRadio1 == 0 && dataRadio2!= 0)
       { /* relay OFF */ }
else { /* relay OFF */ }
```

Logika Relay Mode Otomatis, Sumber:Peneliti (2021)

- Logika *Relay Mode* Manual, pada mode manual, status relay sepenuhnya dikontrol oleh variabel *switch*_pos. Jika nilainya *switch_on* semua *relay* diaktif kan, jika *switch_off*, semua *relay* di matikan.

```
if (switch_pos == SWITCH_ON)
   { /* relay ON */ }
else if (switch_pos == SWITCH_OFF)
       { /* relay OFF */ }
```

Logika Relay dan Mode Manual, Sumber:Peneliti (2021)

- Inisialisasi Sistem, Pada fungsi *setup* () komunikasi serial diinisialisasi dengan baudrate 9600. Semua pin relay diatur sebagai output dan di-set *high* sebagai kondisi awal (relay aktif). Pin analog dari radio diatur sebagai input.
- Instalasi *Nextion* Editor. Perangkat lunak *Nextion* Editor dapat diunduh melalui situs resmi. Kemudian melakukan proses instalasi. Setelah proses instalasi selesai, pengguna dapat langsung memulai pembuatan proyek baru.

Tampilan Awal Nextion Editor, Sumber : Peneliti (2021)

- Pembuatan Tampilan HMI. Pembuatan antarmuka dimulai dengan pengaturan proyek baru dan pemilihan resolusi layar yang sesuai. Elemen visual seperti *background* ditambahkan untuk memper jelas tampilan antarmuka.

Penambahan Background Nextion, Sumber : Peneliti (2021)

- Selanjutnya, beberapa elemen utama seperti teks judul dan tombol navigasi ditambahkan. Komponen teks diguna kan untuk memberikan informasi seperti "*Channel Selector*", sementara tombol digunakan untuk fungsi interaktif seperti CH1, CH2, AUTO, dan manuaL. Setiap tombol diprogram melalui *touch event* untuk mengatur komunikasi dengan mikro kontroler.

Tampilan akhir HMI, Sumber:Peneliti (2021)

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsionalitas sistem Automatic Switching Interface bekerja dengan baik, meskipun pengujian tidak dilakukan langsung dengan Radio VHF PAE di AirNav Balikpapan. Sebagai gantinya, digunakan dua unit Handy Talkie (HT) sebagai media simulasi.

3.2.1.Pengujian *Channel Control Display*

- Setelah sistem dinyalakan, tampilan *channel control display* muncul di HMI.
- Tombol CH 1 dan CH 2 berfungsi normal: berwarna putih saat tidak aktif, dan hijau saat dipilih.
- Perintah dari HMI berhasil dikirim ke Arduino untuk mengaktifkan channel yang sesuai.

No	Keadaan	CH 1 (Warna)	CH 1 (Status)	CH 2 (Warna)	CH 2 (Status)
1	Awal	Putih	Tidak aktif	Putih	Tidak aktif
2	Pilih CH 1	Hijau	Aktif	Putih	Tidak aktif
3	Pilih CH 2	Putih	Tidak aktif	Hijau	Aktif

Pengujian Control Display, Sumber:Peneliti (2021)

3.2.2. Pengujian *Switching Manual*,

- Setelah HT dinyalakan, pemilihan *channel* dilakukan via HMI.
- Ketika tombol PTT ditekan, hanya HT pada *channel* yang dipilih yang aktif (indikator merah).

No	Keadaan	TX	RX
1	Channel 1 = ON	CH 1	CH 1
2	Channel 2 = ON	CH 2	CH 2

Pengujian Switching Manual, Sumber:Peneliti (2021)

3.2.3. Pengujian *Switching* Otomatis,

sebagai berikut:

- Ketika HT pada CH 1 dimatikan, sistem otomatis berpindah ke CH 2.
- Begitu pula sebaliknya. Ini membukti kan sistem otomatisasi *switching* berfungsi dengan benar.

No	Kondisi HT	Output CH 1	Output CH 2
1	HT1 ON, HT2 ON	Ya	-
2	HT1 OFF, HT2 ON	-	Ya
3	HT1 ON, HT2 OFF	Ya	-
4	HT1 OFF, HT2 OFF	Ya	-

Pengujian Automatic Switching, Sumber : Peneliti (2021)

3.2.4. Pengujian Transmit & *Receive*

- Uji komunikasi suara antara HT dan *headset/speaker* eksternal.
- Hasil audio pada semua skenario (TX dan RX) terdengar jelas dan tanpa gangguan.

No	Kondisi	HT Monitor	Output Headset	HT1 Aktif	HT2 Aktif
1	CH 1 Transmit	Jelas	-	✓	-
2	CH 1 Receive	-	Jelas	✓	-
3	CH 2 Transmit	Jelas	-	-	✓
4	CH 2 Receive	-	Jelas	-	✓

Pengujian Transmit dan Receive, Sumber:Peneliti (2021)

3.2.5. Interpretasi Hasil Penelitian

- *Power Supply*. Penggunaan *power supply* 12V DC berhasil menyediakan tegangan yang sesuai untuk Arduino Uno, relay 12V, dan HMI *Nextion control display*.
- *Control Display*. Tampilan kontrol berfungsi baik untuk memilih *mode auto* atau manual, serta memilih channel yang diinginkan. Semua tombol berfungsi sesuai perintah dan indikator menyala dengan benar.
- *Manual Switching*. Mode manual me mungkinkan pengguna berpindah channel antara CH1 dan CH2 melalui tombol pada *control display* yang terhubung ke Arduino. Proses switching berjalan lancar.
- *Automatic Switching*. Mode otomatis bekerja dengan baik menggunakan input tegangan dari HT. Arduino mendeteksi perubahan dan mengaktifkan relay untuk melakukan *switching* otomatis antar *channel.*
- Pengujian dengan Radio HT. Simulasi menggunakan HT dan mic PTT menunjukkan bahwa transmisi dan

penerimaan suara berjalan baik, baik dalam mode manual maupun auto suara terdengar jelas di HT monitor.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

4.1. Kesimpulan

- Sebagai anggota ICAO, Indonesia wajib mematuhi regulasi penerbangan sipil internasional, termasuk dalam hal pertukaran data (data sharing) antar negara. Sistem informasi terpusat menjadi salah satu solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan kemampuan perjalanan udara.

- Aplikasi SWIM dirancang menggunakan metode Waterfall, dengan HTML, PHP, JavaScript, CSS, serta *framework Bootstrap*. Fitur utamanya mencakup: *Find Data, Find Specific Data, Send Mail, Inbox Mail, Generate* TXT/XML*, Down load Bundle* Data, dan integrasi ke aplikasi lain.

- Koneksi antara aplikasi SWIM dan database dilakukan melalui file konfigu rasi menggunakan PHP.

4.2. Rekomendasi

- Untuk melakukan uji coba secara langsung dengan menggunakan radio APP Primary dan APP *backup* frekuensi 120.4MHz yang berada di LPPNPI Cabang Balikpapan.

- Agar memisahkan *power supply* untuk modul *automatic switching* dari sistem radio agar modul tetap dapat digunakan untuk beroperasi jika terjadi gangguan pada *supply* daya pada radio yang digunakan.

5. REFERENCES

[1] CAO, 2016–2030 *Global Air Naviga tion Plan, Int. Civ. Aviat.* Organ. Publ. *Montreal*, Canada, 2016.

[2] Direktorat Jendral Perhubungan Udara KP 103 Tahun 2015, Standar Teknis dan Operasi (CASR 171-02) Spesifikasi Teknis Fasilitas Telekomu nikasi Pener bangan, vol. 126, pp. 7–8, 2015.

[3] D. Anisa, Pengembangan Air Mancur Menari Mengikuti Irama dan Bercahaya kan RGB LED, J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.

[4] D. G. A. Putri and R. N. Hidayatullah, Monitoring Tegangan dan Arus Pada Battery Housing Menggunakan Mikro kontroler Dan Wifi, p. 111, 2016.

[5] Farnell, *Arduino Uno Datasheet*, *Datasheets*, pp. 1–4, 2013, [Online]. Available: https://www.farnell.com/datasheets/168 2209.pdf.

[6] ICAO, *Aeronautical Telecommunica tions*, *Vol. IV Surveill. Radar Collis. Avoid. Syst.*, vol. IV, No. Oktober 2001, pp. 3–14, 2002, [Online].

[7] Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Rancangan Pengembangan Simulasi *Remote Radio Switching System* Berbasis Arduino Mega.

[8] P. H. Ginting, T. Sukmadi, and E. W. Sinuraya, Perancangan *Automatic Transfer Switch* (Ats) Mode Transisi *Open-Transition Re-Transfer* Dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Paul, vol. 3, no. 1, p. 2, 2014.

[9] M. K. D. Utama and N. Fithri, Monitoring Interferensi Frekuensi Komunikasi Vhf *Air To Ground* Berbasis *Software Defined* Radio, Vol. 3, 2021, [Online]. http://conference.binadarma.ac.id/index. php/BDCES.

[10] 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.

[11]Y. P. Tondok, L. S. Patras, and F. Lisi, Perencanaan Transformator Distribusi 125 kVA, J. Tek. Elektro dan Komput., vol. 8, no. 2, pp. 83–92, 2019.

[12]S. Fuada et al., Analisis Rangkaian Pembagi Tegangan dan Perbandingan Hasil Simulasinya Menggunakan Simulator Offline,vol. 6, no. 1, pp. 28–46, 2022.