

Rancang Bangun Pengendali Jarak Jauh Panel Listrik Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Menggunakan Smartphone Android dengan Komunikasi Bluetooth 3.0

Bayu Kusumo

¹ **Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana**

bayu_kusumo@unkris.ac.id

Abstrak

Panel listrik rumah merupakan perangkat yang berfungsi membagi tenaga listrik dari sumber listrik ke beban-beban yang terpasang di dalam rumah. Pengoperasian Panel Listrik yang biasanya dilakukan secara langsung dengan menaikkan dan menurunkan *Mini Circuit Breaker (MCB)*, maka pada pembuatan Panel Listrik Rumah ini dapat dioperasikan dan dikendalikan secara jarak jauh tanpa kabel (*remote*). Prinsip pembuatan pengendali jarak jauh ini aliran listrik sebelum MCB ditambahkan *switching* menggunakan *relay* yang bisa dinyalakan atau dimatikan oleh pengendali yang berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 dan menggunakan *smartphone* Android dengan komunikasi *bluetooth*. Pemrograman atau pencodingan untuk mikrokontroler Arduino dan modul *bluetooth* menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dan pembuatan aplikasi untuk *smartphone* Android menggunakan MIT App Inventor. Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujiannya, dengan menambahkan *switching* menggunakan relay dengan kapasitas 220VAC-10A pada setiap MCB-2A pada keempat area pada panel listrik ini, masing-masing area bisa menyalurkan dan memutuskan daya listrik sebesar 450VA terkendali secara jarak jauh nirkabel (*remote*) dengan pengoperasian dari *smartphone* Android dengan fitur komunikasi *bluetooth*-nya dengan jarak jangkauan bisa mencapai 15 meter dengan penghalang dan tanpa penghalang masih bisa mencapai 20 meter. Hasil Rancang Bangun Panel Listrik ini memiliki 4 Area beban yang bisa dikendalikan secara jarak jauh menggunakan *Smartphone* Android untuk tersambung dan terputus aliran listrik dari sumber listrik dengan kapasitas maksimal yang direkomendasikan sebesar 2A 220VAC atau setara dengan 450 VA per area.

Kata Kunci : Arduino Uno, *Bluetooth*, Mikrokontroler, Relay, *smartphone*.

Abstract

The home electrical panel is a device that functions to divide electricity from the power source to the loads installed in the house. The operation of the Electrical Panel which is usually done directly by raising and lowering the Mini Circuit Breaker (MCB), then in making this Home Electrical Panel can be operated and controlled remotely without wires (remote). The principle of making this remote controller is the flow of electricity before the MCB is added, switching uses a relay that can be turned on or off by a controller based on the Arduino Uno R3

microcontroller and using an Android smartphone with Bluetooth communication. Programming or coding for Arduino microcontrollers and bluetooth modules using Arduino IDE software and making applications for Android smartphones using MIT App Inventor. Based on the results of the design and testing, by adding switching using a relay with a capacity of 220VAC-10A in each MCB-2A in the four areas of this electrical panel, each area can transmit and disconnect electrical power of 450VA controlled remotely wirelessly (remote) by operating from an Android smartphone with its Bluetooth communication feature with a range of up to 15 meters with obstacles and without obstacles it can still reach 20 meters. The results of this Electric Panel Design have 4 load areas that can be controlled remotely using an Android Smartphone to connect and disconnect electricity from the power source with a recommended maximum capacity of 2A 220VAC or equivalent to 450 VA per area.

Keywords: Arduino Uno, Bluetooth, Microcontroller, Relays, smartphones.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan Panel Listrik Rumah yang berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari sumber listrik ke beban yang ada di dalam rumah merupakan suatu perlengkapan yang penting dan saat ini pengoperasiannya sebagian besar masih secara langsung (manual), sehingga pemilik rumah harus bersentuhan secara langsung dengan panel listriknya. Pengoperasian ini bisa dikembangkan secara jarak jauh tanpa kabel (*remote*) sehingga akan lebih praktis, aman dan tentunya tidak mengurangi fungsinya sebagai sebuah panel listrik. Dan saat ini masih langka tersedia di pasaran. Maka perlu dipikirkan sebuah rancang bangun pengendali jarak jauh tanpa kabel sebuah panel listrik menggunakan *smartphone* Android dengan komunikasi tanpa kabel *bluetooth* nya.

Teknologi komunikasi pengendali jarak jauh (*remote*) saat ini yang berkembang antara lain menggunakan infra merah, *internet of thing (IoT)*, maupun komunikasi *bluetooth*. IoT, yang memiliki banyak keunggulan yaitu diantaranya adalah jarak kendali yang jauh lebih luas, bahkan tidak perlu dalam satu ruang, karena berbasis internet. Disamping memiliki keunggulan tersebut, ternyata IoT juga memiliki kelemahan, yaitu diantaranya harus ada dalam jangkauan internet. Kelemahan ini yang menjadi pertimbangan penyusun untuk memilih teknologi komunikasi *Bluetooth* sebagai komunikasi pengendali panel, karena selain tidak perlu *quota* internet, juga kebutuhan yang diperlukan dalam pengendali jarak jauh panel listrik ini cukup dilakukan dalam satu area. Identifikasi kebutuhan perangkat keras dan lunak yang dipakai untuk Rancang Bangun Pengendali Panel Listrik Rumah berbasis *Bluetooth* dengan *smartphone* Android ini, yaitu mikrokontroler Arduino Uno R3 SMD, modul *Bluetooth JDY-31-SPP-C*, *relay*, maupun *software* pendukung seperti Arduino IDE, dan MIT App Inventor. Pada penelitian ini, maka penulis membuat Rancang Bangun Pengendali Jarak Jauh Panel Listrik Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Menggunakan *Smartphone* Android Dengan Komunikasi *Bluetooth* 3.0.

2. METODE PENELITIAN

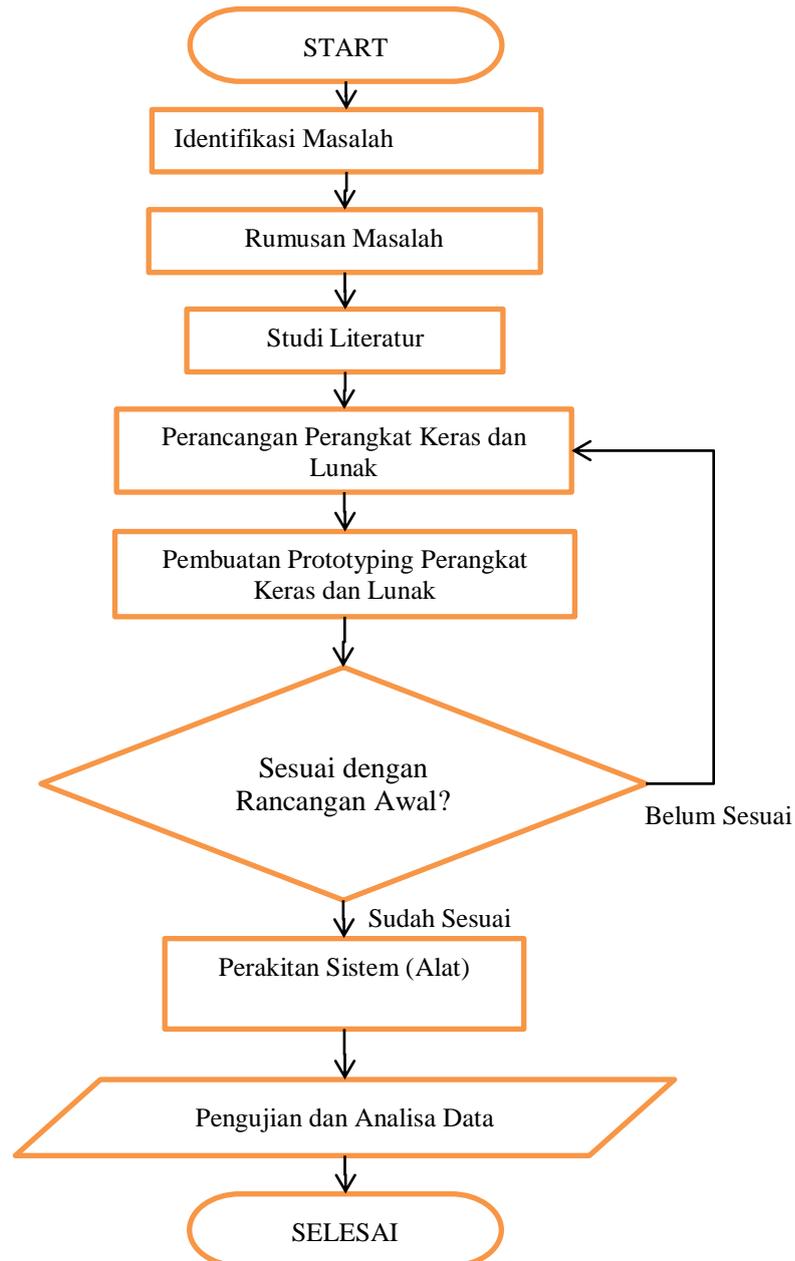
2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk

mengembangkan dan menghasilkan sebuah rancang bangun pengendali panel listrik rumah berbasis *bluetooth* menggunakan *smartphone Android* dengan tahapan: (1) *need assessment* (analisis kebutuhan) alat dan bahan yang dipakai, (2) merancang/mendesain perangkat keras alat dan perangkat lunaknya, (3) melakukan pengujian, analisis data hasil pengujian dan pembahasannya.

2.2 Prosedur Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah penelitian yang dijelaskan dalam diagram alur berikut ini:



2.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Adapun waktu dan lokasi penelitian ini adalah dimulai dari 1 Desember 2022 sampai

dengan 31 Desember 2022 bertempat di rumah tinggal di Cikarang Bekasi dan Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana, Jakarta.

2.4 Perancangan Alat Dan Sistem

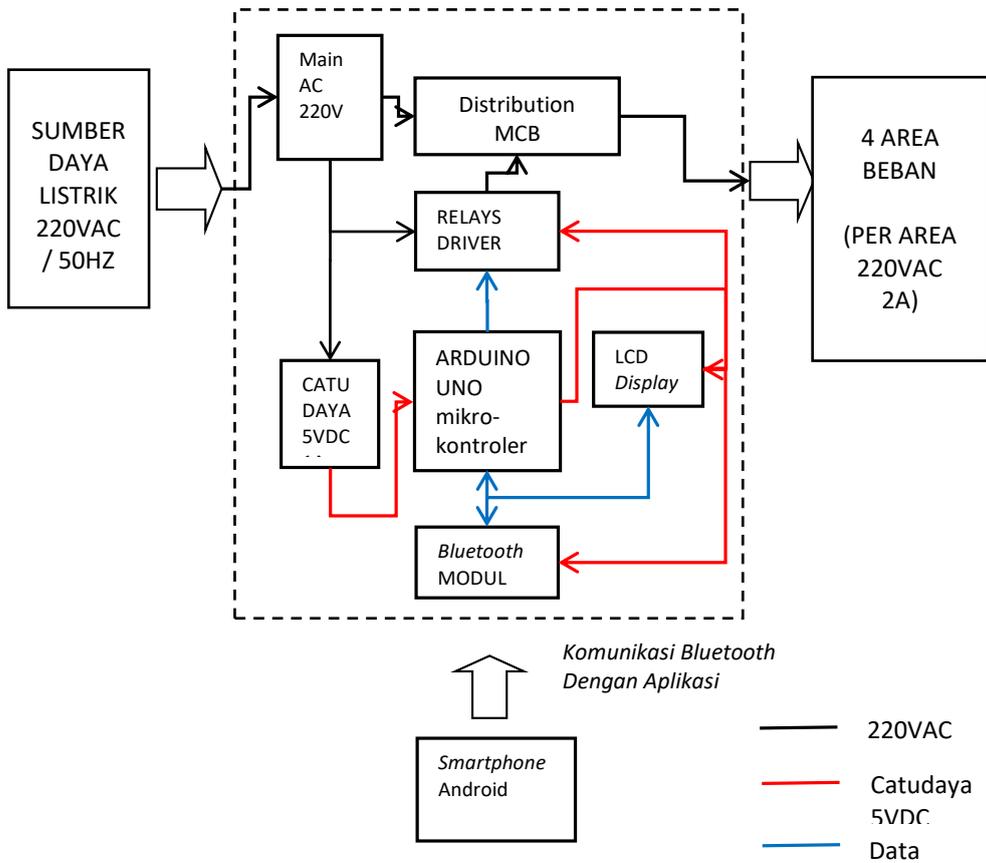
Di dalam proses disain alat dan sistem, penyusun perlu merumuskan blok diagram, *wiring* diagram, diagram alur perancangan perangkat lunak untuk integrasi *smartphone Android* dan mikrokontroler Arduino Uno R3, LCD Display 16x2 dan modul *Bluetooth*.

Adapun bahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- 1) Sebuah *board* mikrokontroler Arduino Uno Ver.3
- 2) Sebuah modul *Bluetooth* JDY-31-SPP-C.
- 3) Sebuah modul LCD *Display* 16x2.
- 4) Sebuah Modul relay 4 Channel 5VDC 250VAC 10A.
- 5) Sebuah Catu Daya 5VDC-2A.
- 6) 4 buah MCB 2A.
- 7) Sebuah Box Panel Listrik 8 group.
- 8) 3 buah *Fitting* lampu E-27.
- 9) Sebuah Stop Kontak 3 lobang.
- 10) Perkabelan aksesoris secukupnya.
- 11) Kayu secukupnya sebagai dudukan panel (sistem).

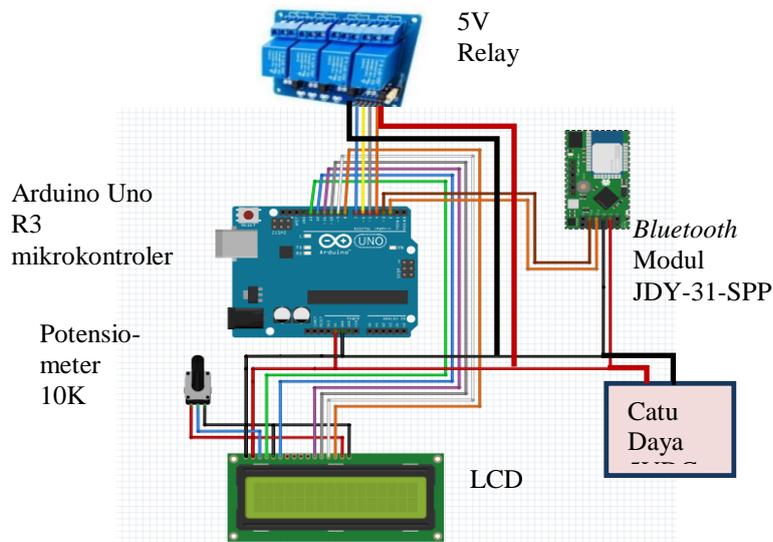
Adapun peralatan yang dipergunakan:

- 1) *Protoype board*
- 2) Tang potong kabel.
- 3) Obeng plus dan minus.
- 4) Tang universal
- 5) Solder listrik.
- 6) *Cordless* Bor dan mata bor set.
- 7) *Cutter* dan gergaji kayu.
- 8) Multi tester dan Tang *Ampere*



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat

Di dalam perancangan *wiring* diagram ini, penulis menggunakan aplikasi *Fritzing* untuk memudahkan dalam perancangan. Dan hasilnya ditampilkan dalam Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Wiring Diagram Sistem Kontrol

Tabel 1. Tabel Pin Out Arduino - LCD Display

Arduino	LCD Display
5V	2-VDD
GND	1-VSS
D13	4-RS
GND	5-RW
D12	6-EN
D11	11-D4
D10	12-D5
D9	13-D6
D8	14-D7

Tabel 2. Tabel Pin Out Arduino - Modul Relay

Arduino	Relay 5VDC 4 Channel
5V	6-VCC
GND	1-GND
D7	2-IN1
D6	3-IN2
D5	4-IN3
D4	5-IN4

Tabel 3. Tabel Pin Out Arduino-Modul Bluetooth

Arduino	JDY-31-SPP-C Bluetooth
5V	1-VCC
GND	2-GND
D2	3-TX
D3	4-RX

Tabel 4. Tabel Pin Out Arduino - Catu Daya

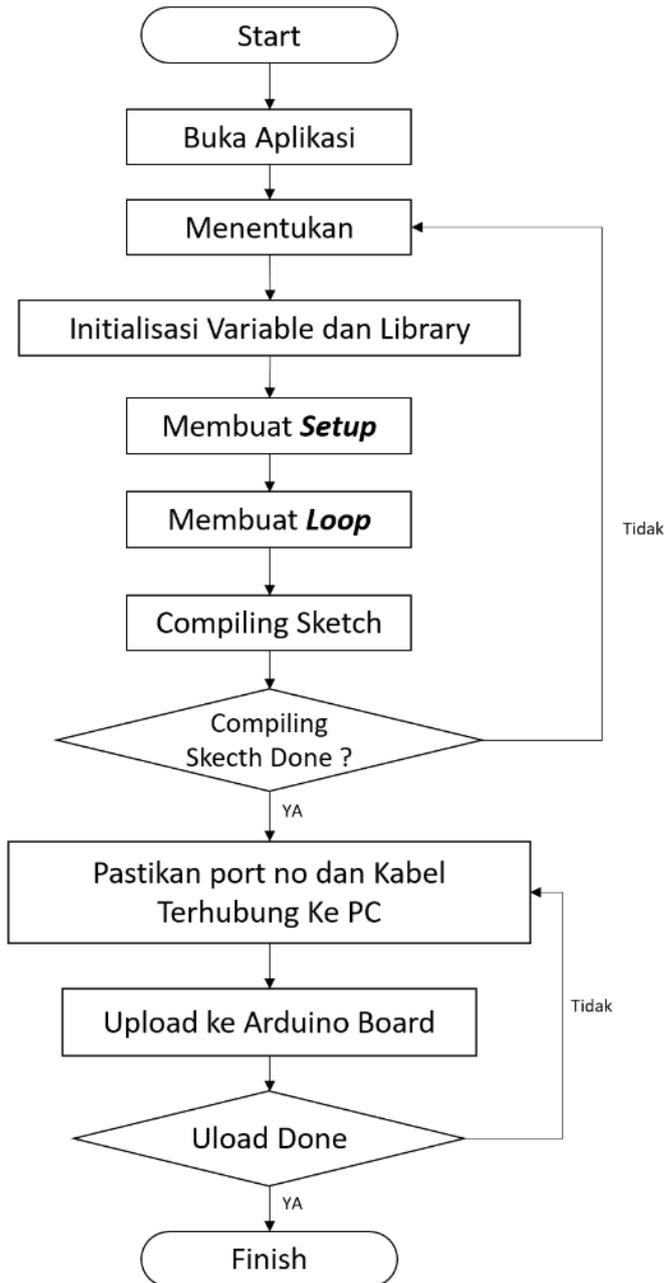
Arduino	Catu Daya 5VDC 2A
5V	5VDC
GND	GND

Perancangan *Coding* untuk mikrokontroler Arduino menggunakan Software Arduino versi 1.6.5.

Program yang dibuat harus mampu untuk:

- 1) Bisa menjembatani komunikasi *Bluetooth* antara mikrokontroler dengan modul *Bluetooth*.
- 2) Bisa mengidentifikasi command instruksi yang dikirimkan oleh *smartphone* melalui modul *Bluetooth*,
- 3) Bisa memastikan fitur keamanan akses hanya *smartphone* pemegang otoritas yang bisa mengendalikan panel dengan penggantian nomor PIN modul *Bluetooth*. [8]
- 4) Bisa menampilkan status koneksi tersambung atau terputus sambungan *Bluetooth* pada layar *LCD Display*.
- 5) Bisa menampilkan status relay pada layar *LCD Display*
- 6) Bisa menyimpan status terakhir dari status *relay* sehingga bila *power* daya mati, panel tidak perlu di setup ulang dan bisa beroperasi seperti status terakhir, sehingga kinerja peralatan yang dihubungkan bisa terjaga tetap beroperasi, seperti bila terhubung beban seperti kulkas yang beresiko busuk makanan bila tidak dihidupkan kembali ketika *power* nyala kembali.
- 7) Akses untuk pemrograman ulang bila dibutuhkan suatu saat di masa mendatang, tidak perlu untuk membongkar panel. Koneksi *cable* untuk pemrograman mudah diakses dari luar.

Selanjutnya langkah-langkah penulisan *Coding* merujuk diagram alur yang ditunjukkan dalam *Flowchart* Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart Penulisan Coding

Penulis menggunakan perangkat lunak MIT App Inventor yang bisa digunakan untuk membuat program aplikasi di *smartphone* Android untuk mengendalikan panel listrik melalui komunikasi serial *Bluetooth* ke mikrokontroler Arduino Uno. Dan berikut urutan proses perancangannya:

- 1) Buka aplikasi MIT App Inventor di *google*, dengan link sebagai berikut: <https://appInventor.mit.edu/>

- 2) Klik “*Create Apps!*”.
- 3) *Sign in with google* dengan klik *google account* yang dimiliki, dalam hal ini *google account* penulis adalah bayu.kusumo062@gmail.com.
- 4) Tentukan instruksi atau perintah apa saja yang dipakai untuk proses pengendalian, seperti untuk instruksi Koneksi *Bluetooth* (*Connected/Disconnected*).
- 5) Tentukan *button* yang dipakai untuk pengendalian, seperti *button ON*, *button OFF*, *button EXIT*.
- 6) Tentukan notifikasi yang diperlukan apabila sistem tidak bekerja semestinya, seperti notifikasi *Bluetooth* tidak diaktifkan, notifikasi *Bluetooth* terputus (*Device* terputus komunikasi *Bluetooth*nya), notifikasi tidak bisa akses karena koneksi *Bluetooth* terputus, dan sebagainya.
- 7) Rancang *Screen* untuk tampilan pengendalian yang akan tertampil di *smartphone Android*, dengan menggunakan *component*. Dan berikut hasil design yang dibuat.
- 8) Rancangan *Screen* di atas, dibentuk oleh *component* yang dipakai antara lain: *Screen*, *Label*, *button*, *Listpacker*, *Image*, *BluetoothClient*, *Clock*, *Notifier*, *HorizontalArangement*, *VerticalArangement*,
- 9) Masuk ke program *Blocks*
- 10) Pada menu *Blocks*, klik *Screen*, kemudian akan muncul logika, pilih *Screen Initialize*.
- 11) Klik *Control*, untuk dipakai dalam logika *Screen* pertama muncul, pilih logika *if-then-else if - then- else*,
- 12) Buat *Blocks* untuk control *Screen*, di dalamnya panggil *BluetoothClient1*, bila tidak enable, maka panggil *notifier* untuk mengeluarkan notifikasi “*Bluetooth* disable, *turn on your Bluetooth*”. Kemudian perintahkan *Listpacker1* text menjadi “*Bluetooth* Disable”. Dan jika *BluetoothClient1* enable, maka perintahkan *listpacker1* text menjadi “*Bluetooth* Connection”, yang artinya *smartphone* siap terhubung dengan *Device*, setelah *ListPacker1* ditekan.
- 13) Tentukan kode text yang dipakai untuk pengkodean masing-masing instruksi yang dikirimkan melalui komunikasi *Bluetooth*. Table text yang dipakai dalam Table 5 di bawah ini.

Tabel 5. Tabel Kode *Text* yang dipakai

Kode Text	Kegunaan
a	Instruksi relay no.1 ON ketika <i>button1</i> ditekan
b	Instruksi relay no.1 OFF ketika <i>button2</i> ditekan
c	Instruksi relay no.2 ON ketika <i>button3</i> ditekan
d	Instruksi relay no.2 OFF ketika <i>button4</i> ditekan
e	Instruksi relay no.3 ON ketika <i>button5</i> ditekan
f	Instruksi relay no.3 OFF ketika <i>button6</i> ditekan
g	Instruksi relay no.4 ON ketika <i>button7</i> ditekan
h	Instruksi relay no.4 OFF ketika <i>button8</i> ditekan
i	Instruksi tampilkan status Connected pada LCD <i>Display</i> ketika Connection berhasil
j	Instruksi tampilkan status Disconnected pada LCD <i>Display</i> ketika Connection terputus.

- 14) Dengan cara yang sama, buat program *Blocks* untuk *Listpacker1*, sebelum ditekan dan setelah ditekan. Sebelum ditekan bila status *Bluetooth* tidak *Enable* (artinya fasilitas *Bluetooth* di *smartphone* belum diaktifkan, akan muncul notifikasi yang sama seperti notifikasi ketika *Screen* Initalisasi. Begitu pula ketika *Listpacker1* ditekan dan *Bluetooth* sudah sudah *enable*, maka memerintahkan untuk memanggil *Device Paired* yang tersedia. Ketika sudah dipilih *Bluetooth Device* yang dimaksud, maka setelah terhubung, *Bluetooth* akan mengirimkan text “ i ” (*refer* ke Table 5 di atas) untuk diartikan oleh mikrokontroler yang berarti koneksi *Bluetooth* berhasil.
- 15) Berikutnya membuat program untuk *button1* sampai dengan 8 sesuai perancangan untuk menyalakan dan mematikan relay, merujuk ke Table 3.5 di atas.
- 16) Untuk keluar dari program aplikasi, digunakan *button 9 (EXIT)* atau *BACKPRESS button*.
- 17) Selanjutnya simpan program dalam *Project*, “*Save project*” atau “*Save project as*”.
- 18) Kemudian untuk bisa diaplikasikan sebagai *Apk file*, klik *Build* untuk *project* yang dibuat.

Berikut tampilan screen aplikasi untuk smartphone Android yang dibuat.

Tabel 6. Tampilan Screen Aplikasi Android



Adapun bahan-bahan pembuatan Panel Listrik terkendali mikrokontroler Arduino Uno berbasis *Bluetooth* adalah dalam Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Daftar Bahan Yang dipakai

No	Nama Part / Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Foto
1	<i>Electricity Distribution Box + Lamp</i>	Merk : DEXTA Model: IB/OB Type : DX-1268N PxLxT: 200x180x90 mm	1 buah	
2	<i>Mini Circuit Breaker</i>	MCB 1 Phase 220VAC-2A (Single Pole)	4 buah	 SNI (88) 2018

3	<i>Stecker AC 220V</i>	<i>Stecker Arde Bulat Pin Kuningan SA17-1B - SN 220VAC-16A</i>	1 buah	
4	Stop Kontak	ST118 3 lubang, 220VAC-16A	1 buah	
5	<i>Fitting Lampu</i>	250VAC-6A	3 buah	
6	Mikrokontroler	Arduino Uno R3 SMD CH340	1 buah	
7	Modul <i>Relay</i>	4 Channel 5VDC, 220VAC-10A	1 buah	
8	Modul <i>Bluetooth Serial</i>	JDY-31-SPP-C	1 buah	
10	<i>LCD Display</i>	<i>LCD Display 16x2 Biru</i> Model: YB1602A Ukuran lubang untuk <i>Display: 72x24x3mm</i>	1 buah	
11	Lain-lain	<i>Assessories Wiring</i>	1 lot	Catu daya 5V, kabel, skun, kabel ties, terminal blok, kayu pembuat kerangka alat, dll

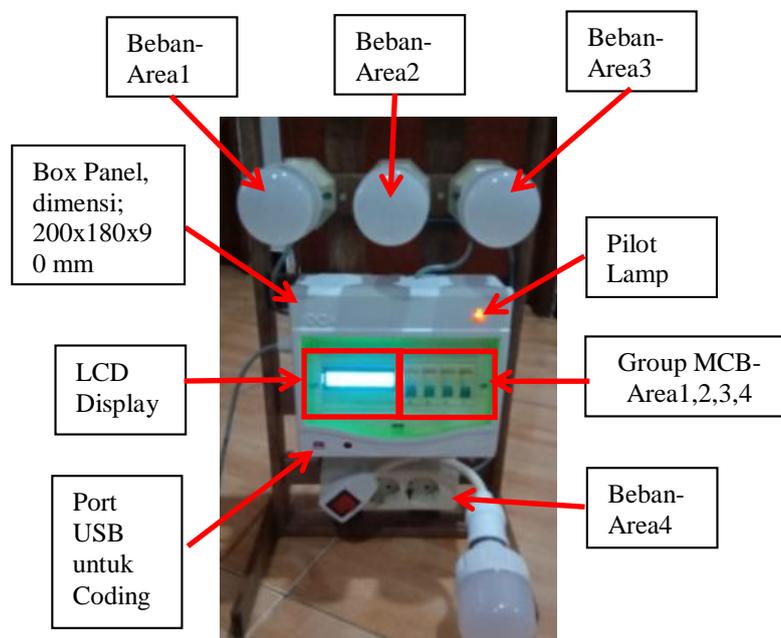
Pengujian yang dilakukan menggunakan beban simulasi dengan cara menggunakan 3 buah lampu penerangan 10 Watt melalui 3 buah fitting dan 1 buah stop kontak yang masing-masing tersambung dengan relay 1,2,3 dan 4 sebagai pengontrol panel listrik untuk area 1,2,3 dan 4. Dan setelah dilakukan uji coba sederhana dengan memberikan perintah ON dan OFF pada masing-masing Area (1,2,3 dan 4), alat ini harus bisa berfungsi, dan LCD Display menampilkan informasi respon ketika ada perintah yang diberikan, seperti informasi *Connected* ketika alat terkoneksi ke *smartphone*, *Unconnected* ketika terputus koneksinya, indikator area mana saja yang nyala dan mati. Beban maksimum sesuai perancangan yaitu 2A 220V menggunakan 1 buah *MIXER* 100W dan 1 buah setrika listrik 350W. Dikarenakan kapasitas arus maksimum semua area sama, maka pengujian diwakili di area 4 (terminal stop kontak).

Pengujian jarak jangkauan dari komunikasi *bluetooth* dilakukan dengan penghalang dan tanpa penghalang pada jarak tertentu dan dilakukan minimal 3 kali pengulangan mendapatkan data yang konstan, yaitu tetap bisa mengendalikan panel.

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Bentuk Hasil Rancang Bangun

Berikut hasil rancang bangun pengendali jarak jauh panel listrik rumah berbasis mikrokontroler dengan komunikasi *Bluetooth* yang berisi modul mikrokontroler *Arduino Uno R3*, modul *Bluetooth JDY-31-SPP*, modul *relay 4 channel*, dan catu daya 5VDC-2A yang dirakit di dalam *box* panel, dan *layout* panel ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Rancang bangun pengendali panel Listrik

3.2 Pengujian Hasil Rancang Bangun

Pengujian hasil rancang bangun pengendali dimaksudkan untuk mengetahui respon dari panel apakah sesuai dengan perintah yang dikirimkan melalui *smartphone* Android, kemudian

menguji seberapa jauh jangkauan komunikasi *Bluetooth* yang masih bisa berjalan normal baik secara langsung maupun dengan halangan. Kemudian apakah sambungan listrik akan kembali menyala atau mati sesuai status pengendalian terakhir sebelum sumber listrik padam, dimana hal ini merupakan jawaban dari permasalahan yang sering terjadi pada produk sejenis yang sudah ada di pasaran sampai saat ini. Kelemahan pada produk sejenis yang sudah ada adalah saat terjadi pemadaman listrik maka listrik tidak tersambung secara otomatis sehingga berdampak pada beberapa pemakaian. Contohnya kejadian pompa kolam ikan koi saat listrik padam, tidak langsung menyala otomatis ketika nyala kembali sehingga berakibat fatal pada matinya ikan koi. Hal ini juga mengakibatkan kerugian material dan non material.

Hasil pengujian rancang bangun pengendali panel listrik rumah berbasis *bluetooth* menggunakan *smartphone Android* di bawah ini, dilakukan dalam 3 tahap pengujian, yaitu: (1) pengujian pengendali panel listrik rumah tanpa beban, (2) pengujian pengendali panel listrik rumah dengan beban, dan (3) pengujian kinerja modul komunikasi *bluetooth*.

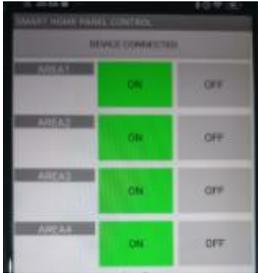
Pengujian tanpa beban untuk mengetahui semua respon komunikasi antara *smartphone Android* dengan kontroler, dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 8. Tabel Pengujian Pengendali Panel Tanpa Beban

No	Item pengujian	kriteria	Hasil pengujian	KET.
1	Alat dihidupkan untuk pertama kali	Ditampilkan tampilan pembuka pada LCD <i>Display</i> sesuai kriteria di penjelasan di atas	   	Sesuai
2	Setelah <i>smartphone</i> mengaktifkan koneksi <i>Bluetooth</i> nya untuk tersambung dengan panel	Ditampilkan tulisan "Connected" pada LCD <i>Display</i> baris kedua		Sesuai
3	Setelah <i>smartphone</i> mematikan koneksi <i>Bluetooth</i> nya ke panel	Ditampilkan tulisan "Unconnected" pada LCD <i>Display</i> baris kedua		Sesuai
4	Menghidupkan kembali koneksi <i>Bluetooth</i> dari	Ditampilkan kembali tulisan "Connected" pada		Sesuai

	<i>smartphone</i> ke panel	LCD <i>Display</i> baris kedua.		
5	Hidupkan Area1 dengan menekan tombol ON pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol ON Area1 berubah menjadi HIJAU, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA1 ON”.	 	Sesuai
6	Matikan Area1 dengan menekan tombol OFF pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol OFF Area1 berubah menjadi MERAH dan warna tombol ON berubah menjadi GREY, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA1 OFF”	 	Sesuai
7	Hidupkan Area2 dengan menekan tombol ON pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol ON Area2 akan berubah menjadi HIJAU, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA2 ON”	 	Sesuai
8	Matikan Area2 dengan menekan tombol OFF pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol OFF Area2 akan berubah menjadi MERAH dan warna tombol ON berubah menjadi GREY, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA2 OFF”	 	Sesuai

9	Hidupkan Area3 dengan menekan tombol ON pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol ON Area3 akan berubah menjadi HIJAU, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA3 ON”		Sesuai
10	Matikan Area3 dengan menekan tombol OFF pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol OFF Area3 akan berubah menjadi MERAH dan warna tombol ON berubah menjadi GREY, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA3 OFF”		Sesuai
11	Hidupkan Area4 dengan menekan tombol ON pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol ON Area4 akan berubah menjadi HIJAU, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA4 ON”		Sesuai
12	Matikan Area4 dengan menekan tombol OFF pada aplikasi <i>smartphone</i>	Pada aplikasi <i>Android</i> , warna tombol OFF Area4 akan berubah menjadi MERAH dan warna tombol ON berubah menjadi GREY, LCD <i>Display</i> baris kedua muncul tulisan “AREA4 OFF”		Sesuai

				
13	Keluar dari aplikasi <i>smartphone</i> dengan menekan tombol EXIT ataupun tombol BACK	Ditampilkan tulisan "Unconnected" pada LCD <i>Display</i> baris kedua		Sesuai
14	Alat dinyalakan selama lebih dari 10jam (16 Desember 2022)	Alat tidak ada error, tetap menyala dan bisa merespon dengan baik	 	Sesuai

Dari Tabel 8 Hasil Pengujian Pengendali Panel Tanpa Beban di atas, dapat kita lihat bahwa alat bisa berfungsi dengan baik, LCD *Display* bisa menampilkan informasi sesuai program yang dibuat, komunikasi *Bluetooth* antara pengendali dengan *smartphone Android* yang dipakai bisa direspon dengan baik walaupun sudah dibiarkan menyala lebih dari 10 jam (dari pukul 20.00 - 06.00 wib, pada tanggal 16 Desember 2022).

Setelah berhasil melakukan pengujian kontroler tanpa beban, kini dilakukan pengujian dengan beban, yaitu dengan menaikkan semua MCB 1,2,3,4 dan simulasi beban yang digunakan sudah terpasang. Pada penelitian saat ini, digunakan beban lampu dengan ukuran 10W 220VAC pada masing-masing keluaran panel 1,2,3 dan 4. Dan untuk pengujian dengan beban maksimum, digunakan MIXER 100W dan Setrika Listrik 350W.

Tabel 9. Tabel Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik

NO	AREA YANG DIUJI	JENIS BEBAN	TEG. (V)	ARUS (I)	WATT (VxI)	FOTO PENGUKURAN
1	AREA1	LAMPU LED 10W	219.2 V	0.06A	13.15 W	
2	AREA2	LAMPU LED 10W	218.0 V	0.06A	13.08 W	
3	AREA3	LAMPU LED 10W	220.6 V	0.06A	13.23 W	
4	AREA4	LAMPU LED 10W	218.0 V	0.06A	13.08 W	

5	AREA4 (Mewaki li semua area)	1 BH SETRIK A 350W DAN 1 BUAH MIXER 100W	216.8 V	1.70A	368.56 W	
---	---------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------	-------	----------	------------------------------------------------------------------------------------

Dari tabel 9 Pengukuran Tegangan dan Arus listrik dengan beban di atas, dapat di analisa bahwa Daya (Watt) di dapat dari perkalian Tegangan (V) dengan Arus (I). Daya hasil perhitungan didapatkan lebih tinggi dari rate yang terdapat pada lampu LED yang dipakai (10W), yaitu lebih dari 13W. Untuk pengujian beban maksimum dengan beban tersedia sebuah setrika 350W dan mixer 100W di dapat hasil pengukuran arus hanya sekitar 1.70A (secara teori dengan daya 350W+100W = 450W, dan tegangan 216.8V akan didapat arus sekitar 2.07A). Hal ini bisa disebabkan beberapa hal, diantaranya kondisi beban yang dipakai (setrika dan *mixer*) sudah cukup lama sehingga kondisinya sudah tidak sesuai dengan rating label yang ada. Secara fungsi panel bisa dioperasikan ON/OFF secara *remote*.

Dalam pengujian komunikasi *Bluetooth*, pertama penulis mengganti nama modul *Bluetooth*, *baud rate*, maupun PIN dari data lamanya, dengan menggunakan program *Coding* yang sudah dijelaskan di proses perancangan. Hal ini dimaksudkan agar pengendali panel ini hanya bisa diakses oleh orang yang diberi autoritas, karena data PIN lama sudah tidak bisa digunakan lagi dimana data lama sudah banyak diketahui orang. Data baru dari modul bluetooth ditunjukkan dalam Table 10

Tabel 10. Tabel Data Modul *Bluetooth*

No	Nama Data	Data Lama	Data Baru
1	Nama Modul	JDY-31-SPP-C	HOME_PANEL
2	No. PIN	1234 atau 0000	2170
3	Baud Rate	9600	38400

Tabel 10 menampilkan hasil pengujian perangkat lunak untuk aplikasi smartphone apakah bisa menampilkan semua failure apabila dioperasikan dengan kondisi tidak normal yang terjadi.

Tabel 11. Hasil Pengujian *Bluetooth* Dan Aplikasi di *Smartphone Android*

No	Item pengujian	kriteria	Hasil pengujian	KET.
1	Pairing alat dengan <i>smartphone</i> yang dipakai	<p>Muncul nama <i>Bluetooth Device</i> : <i>HOME_PANEL</i></p> <p>Tidak bisa lagi menggunakan No. PIN lama yaitu 1234,</p> <p>Berhasil pairing ketika menggunakan No.PIN baru (2170)</p>		Sesuai
2	Koneksi disambungkan	<p>Bisa tersambung (Connected), LCD <i>Display</i> menampilkan "Connected".</p> <p>Aplikasi di <i>smartphone Android</i> menampilkan : "DEVICE CONNECTED"</p>		Sesuai
3	Koneksi diputus	<p>bisa terputus (Disconnected), LCD <i>Display</i> menampilkan "Unconnected".</p> <p>Aplikasi di <i>smartphone Android</i> menampilkan: "BLUETOOTH CONNECTION" lalu "DISCONNECTED"</p>		Sesuai



4 Buka aplikasi di *smartphone Android*, namun *Bluetooth* tidak diaktifkan

Aplikasi harus bisa menampilkan “*BLUETOOTH DISABLE*” .

Sesuai

Dan notifikasi: “*Bluetooth disable, turn on your bluetooth*” .



5 Aplikasi di *smartphone Android* sudah dibuka, *bluetooth enable*, dilakukan koneksi *bluetooth* namun panel dalam kondisi tidak hidup.

Aplikasi bisa menampilkan : “*CONNECTION FAILED*” dan notifikasi: “*Error 507: Unable to connect. Is the device turned on?*”



6	<i>Bluetooth</i> enable, namun tidak sedang terkoneksi ke device, tombol ON/OFF ditekan	Aplikasi harus bisa menampilkan “ <i>DISCONNECTED</i> ” dan notifikasi: “ <i>Device is not connected</i> ”		Sesuai
7	<i>Bluetooth</i> koneksi terputus dikarenakan sumber listrik panel padam, namun status aplikasi masih terkoneksi (<i>DEVICE CONNECTED</i>)	Aplikasi menampilkan notifikasi: “ <i>Error 516: Unable to write: Broken pipe</i> ”		Sesuai

Tabel 12. Hasil pengujian Jarak Jangkauan Komunikasi *Bluetooth*

NO	JARAK	Jenis HALANGAN	KRITERIA	HASIL PENGUJIAN	KET.
1	5 M	Tidak Ada	Komunikasi <i>Bluetooth</i> terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Terkoneksi dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Sesuai
2	10 M	Tidak Ada	Komunikasi <i>Bluetooth</i> terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Terkoneksi dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Sesuai

3	15 M	Tidak Ada	Komunikasi Bluetooth terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Terkoneksi dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Sesuai
4	> 15 M	Tidak Ada	Komunikasi Bluetooth terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Terkoneksi dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Sesuai (sampai 20M)
5	5 M	Ada (Dinding tembok)	Komunikasi Bluetooth terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Tersambung dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i>	Sesuai
6	10 M	Ada (Dinding tembok)	Komunikasi Bluetooth terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Tersambung dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i>	Sesuai
7	15 M	Ada (Dinding tembok)	Komunikasi Bluetooth terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Tersambung dan bisa merespon perintah dari <i>smartphone</i>	Sesuai
8	> 15 M	Ada (Dinding tembok)	Komunikasi Bluetooth terkoneksi dan bisa menerima perintah dari <i>smartphone</i> pasangan (<i>paired</i>)	Koneksi dan respon tidak stabil	Tidak sesuai

Dari Tabel 12. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Komunikasi Bluetooth di atas, diketahui bahwa modul Bluetooth pada alat ini bisa berfungsi dengan baik, untuk jarak jangkauan sampai 15 meter pengujian, baik tanpa penghalang maupun ada penghalang (dinding tembok). Panel masih bisa merespon perintah dari *smartphone paired* baik untuk perintah koneksi, putus koneksi, maupun perintah ON dan OFF. Namun untuk jarak lebih dari 15 meter dengan ada penghalang, koneksi kadang terputus (tidak stabil). Tanpa penghalang, pengujian sampai 20 meter komunikasi bluetooth masih terkoneksi dan berfungsi dengan baik.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisa dan pembahasan dalam Rancang Bangun Pengendali Jarak Jauh Panel Listrik Rumah Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Smartphone Android dengan Komunikasi Bluetooth dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Hasil Rancang Bangun Panel Listrik ini memiliki 4 Area beban yang bisa dikendalikan secara jarak jauh menggunakan Smartphone Android untuk tersambung dan terputus aliran listrik dari sumber listrik dengan kapasitas maksimal yang direkomendasikan sebesar 2A 220VAC atau setara dengan 450 VA per area.
2. Koneksi komunikasi Bluetooth antara Panel Listrik yang dibuat dengan Paired Smartphone Android Pengendali Jarak Jauh bisa berfungsi dengan baik dengan jarak jangkauan sampai dengan 20 meter tanpa penghalang dan sampai 15 meter dengan penghalang (dinding tembok).
3. Hasil Pengujian dengan beban terpasang mencapai 450 VA, panel berfungsi dengan baik dan bisa dioperasikan/dikendalikan secara jarak jauh tanpa kabel sampai 15 meter dengan smartphone Android yang terkoneksi bluetooth (paired).

Daftar Pustaka

- Faudin, A. (Tidak ada tanggal terbit yang diberikan). Tutorial Arduino - Mengakses Module Bluetooth HC-05. Diakses pada 15 Desember 2022.
- Kho, D. (2020). Pengertian Relay dan Fungsinya. Teknik Elektronika. Diakses dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay> pada 15 Desember 2022.
- Kusumo, B. (2020). Laporan Akhir Penelitian Rancang Bangun Pengendali Mesin Es Menggunakan Modul ESP8266 dan Aplikasi Blynk. Universitas Krisnadwipayana. MIT App Inventor. Diakses dari <https://appinventor.mit.edu/>.
- Modul Transmisi. (Tidak ada tanggal terbit yang diberikan). Manual Modul Transmisi Transparan Port Serial Bluetooth SPP. Diakses dari <https://manuals.plus/id/modul-transmisi/Manual-modul-transmisi-transparan-port-serial-Bluetooth-spp#ixzz7mJUHQWTC> pada 15 Desember 2022.
- Muhammad, I. (Tidak ada tanggal terbit yang diberikan). Laporan Tugas Akhir. Diakses dari <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/147/jbtpolban-gdl-ilhammuham-7308-3-bab2-3.pdf>.
- Pribadi, G., & Yonas Prima Arga Rumbyarso. (2023). Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Dengan Perhitungan Manual dan Software ALLPILE. Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan, 5(2), 16-20. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.301>.
- Priambodo, R. (2017). Laporan Tugas Akhir Bab II. Diakses dari https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2484/4/BAB_II.pdf.

- Rumbyarso, Y. P. A. (2023). Re-planning of Concrete Structures in the Ngoro Dormitory Project in Surabaya. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 5(1), 15-24. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci1592>.
- Rumbyarso, Y. P. A. (2023). Penyuluhan Komposisi Campuran Beton untuk Jalan Tol. *Journal of Social Work and Empowerment*, 2(3), 137-144. Diambil dari <https://ejournal.sidyanusa.org/index.php/joswae/article/view/429>.
- Zakir, D. B. (2018). Control Relay 4 Channel With ESP8266. Diakses dari <https://www.dickybmz.com> pada 30 November 2022.