



PROYEK AKHIR

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) UNTUK BEBAN PENERANGAN TEMPAT PARKIR

Rania Okita Wimara
NRP. 1303181030

Dosen Pembimbing:

Epyk Sunarno, S.ST., M.T.
NIP.19620723.199103.1.002

Ony Asrarul Qudsi, S.T.,MT.
NIP. 19900615.201903.1.013

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

SURABAYA
2021



PROYEK AKHIR

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) UNTUK BEBAN PENERANGAN TEMPAT PARKIR

Rania Okita Wimara
NRP. 1303181030

Dosen Pembimbing
Epyk Sunarno, S.ST., M.T.
NIP.19620723.199103.1.002

Ony Asrarul Qudsi, S.T.,MT.
NIP. 19900615.201903.1.013

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
INDUSTRI
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

SURABAYA
2021

Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Untuk Beban
Penerangan Tempat Parkir
Oleh :
Rania Okita Wimara

1303181030

Proyek Akhir ini Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.T.)
di
Program Studi D3 Teknik Elektro Industri
Departemen Teknik Elektro
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Disetujui dan disahkan pada tanggal 20 Agustus 2021 oleh:

Dosen Pembimbing:

1. Epyk Sunarno, S.ST., M.T.
NIP.19620723.199103.1.0022
2. Ony Asrarul Qudsi, S.T.,MT.
NIP.19900615.201903.1.013

Dosen Pengaji:

1. Farid Dwi Murdianto, S.ST., M.T.
NIP. 19910412.201903.1.017
2. Lucky Pradigta Setiya Raharja, S.ST.,M.T.
NIP. 19880703.201903.1.008
3. Renny Rakhmawati, S.T., MT.
NIP. 19721204.199903.2.001



Mengetahui,
Ketua Program Studi D3 Teknik Elektro Industri
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Syechu Dwitya Nugraha, S.ST., M.T.
NIP 19890508 201504 1 001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan pengguna kendaraan motor yang cukup banyak. Tingkat kriminalitas di Indonesia masih terbilang tinggi salah satunya dalam hal pencurian kendaraan bermotor apalagi di era pandemi seperti sekarang. Apabila kendaraan bermotor dititipkan ke tempat parkir yang masih tergolong tidak aman seperti kurangnya fasilitas penerangan pada saat pemadaman listrik maka mengakibatkan penjaga parkir sulit untuk mengontrolnya. Dalam hal penuhan kebutuhan listrik di Indonesia dilayani oleh PLN yang merupakan satu-satunya perusahaan terbesar yang menyediakan listrik. Di beberapa tempat menggunakan sumber cadangan yaitu baterai yang akan menjadi *back up* penerangan sementara. Tetapi ketika terjadi pemadaman akibat adanya pemeliharaan tidak ada suplai daya cadangan yang dapat melayani serta pada saat terjadi gangguan *undervoltage*. Maka dari itu dalam proyek akhir ini memanfaatkan *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang akan menghasilkan alat yang akan membantu dalam peralihan sumber dari dua buah sumber, yaitu sumber utama dari PLN dan sumber cadangan dari baterai yang akan dikontrol menggunakan mikrokontroller. Pada ATS ini akan mengurangi beban yang dinyalakan saat menggunakan sumber cadangan dikarenakan untuk penghematan dari baterai itu sendiri. ATS ini juga menggantikan peran operator yang harus siaga saat terjadi pemadaman pada sumber utama listrik dan dapat dimonitor menggunakan *bluetooth* dan nantinya akan tampil di smartphone yang terdapat pada *control room*. Alat ini berhasil switching dengan waktu selama kurang lebih 0,5 detik dan tergolong cukup bagus sesuai standar ATS.

Kata kunci : *Automatic Transfer Switch*, baterai, PLN, penerangan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

Indonesia is a country with a large number of motorcycle users. The crime rate in Indonesia is still fairly high, one of which is in terms of theft of motor vehicles especially in the pandemic era as it is now. If a motor vehicle is deposited into a parking lot that is still classified as unsafe such as the lack of lighting facilities at the time of the power outage, it makes it difficult for parking guards to control it. In terms of meeting electricity needs in Indonesia is served by PLN which is the single largest company that provides electricity. In some places using a backup source is a battery that will be a temporary lighting back up. But when there is a blackout due to maintenance there is no backup power supply that can serve and at the time of undervoltage disruption. Therefore, in this final project utilize Automatic Transfer Switch (ATS) that will produce a tool that will help in the switching of sources from two sources, namely the main source of PLN and the backup source of the battery to be controlled using a microcontroller. This ATS reduces the load that is turned on when using the backup source due to the savings from the battery itself. This ATS also replaces the role of operators who must be on standby in the event of a blackout at the main source of electricity and can be monitored using bluetooth and will later appear on smartphones located in the control room. This tool successfully switching with a time of approximately 0.5 seconds and classified as quite good according to ATS standards.

Keywords: Automatic Transfer Switch, battery, PLN, lighting.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur bagi Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:

“RANCANG BANGUN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* UNTUK BEBAN PENERANGAN TEMPAT PARKIR”

Proyek akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Diploma 3 (D3) dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Program Studi D3 Teknik Elektro Industri, Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

Penulis berusaha secara optimal dengan segala pengetahuan dan informasi yang didapatkan dalam menyusun buku proyek akhir ini. Namun, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam proses perencanaan dan pembuatan buku ini. Penulis sangat mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan buku proyek akhir ini. Penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca, dan kemajuan teknologi Indonesia.

Surabaya, 6 Agustus 2021

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur kehadirat Allah SWT dan tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam, saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan proyek akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta dan teman terdekat yang selalu memberi dukungan kepada penulis berupa kasih sayang, doa, dan motivasi.
2. Bapak **Ali Ridho Barakbah, S.Kom, Ph.D.**, selaku Direktur PENS.
3. Bapak **Syechu Dwitya Nugraha, S.ST., M.T.** selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Elektro Industri PENS.
4. Bapak **Epyk Sunarno, S.ST., M.T.** dan Bapak **Ony Asrarul Qudsi, S.T,MT.** selaku dosen pembimbing proyek akhir dari penulis.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing dan membekali ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan di kampus tercinta, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).
6. Teman-teman Teknik Elektro Industri angkatan 2018 terutama kelas 3 D3 ELIN A dan kakak tingkat yang telah banyak membantu.
7. Kim Seok Jin dan Lee Seung Gi yang menjadi penyemangat saat menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Semua pihak yang memberikan dukungan langsung maupun tidak langsung atas terselesainya proyek akhir ini.
9. Teruntuk orang-orang yang saya sayangi di masa kini dan masa depan yang menjadi salah satu alasan saya tetap semangat menyelesaikan proyek akhir ini.
10. Dan yang terakhir, untuk diri saya sendiri terima kasih telah berjuang menyelesaikan tugas akhir ini meskipun banyak rintangan yang ada dalam penggerjaan hardware dan selamat telah berhasil menyelesaiannya dengan baik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	x
UCAPAN TERIMA KASIH	xii
DAFTAR ISI	xliv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.2.1 Tujuan Umum.....	2
1.2.2 Tujuan Khusus.....	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.5.1 Studi Literatur	3
1.5.2 Perancangan Sistem	3
1.5.3 Desain dan pembuatan <i>hardware</i>	5
1.5.4 Desain Pembuatan <i>Software</i>	5
1.5.5 Integrasi dan Pengujian Sistem	5
1.5.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir.....	5
1.6 Sistematika Pembahasan.....	6
1.7 Tinjauan Pustaka.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 <i>Automatic Transfer Switch</i>	9
2.2 Baterai Lead Acid.....	9
2.3 Mikrokontroler STM32F407VG.....	10
2.4 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	12
2.5 Sensor Tegangan.....	13
2.6 Sensor Arus.....	14
2.7 Relay.....	16
2.8 <i>Uncontrolled Full Wave Rectifier (FWR)</i>	18
2.9 Modul Bluetooth.....	19
2.10 LED.....	21
2.11 Panel Surya.....	22

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	25
3.1 Perencanaan Sistem	25
3.2 Perencanaan dan Pembuatan <i>Hardware</i>	26
3.2.1 Perencanaan <i>uncontrolled rectifier</i>	26
3.2.2 Perencanaan filter C.....	27
3.2.3 Perencanaan sensor arus ACS712.....	29
3.2.4 Perencanaan sensor tegangan (<i>voltage divider</i>).....	30
3.2.5 Perencanaan ARM STM32F4FGTX.....	31
3.2.6 Perencanaan Beban.....	32
3.3 Algortima Sistem.....	35
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS	38
4.1 Metode Pengujian	38
4.2 Pengujian Parsial	38
4.2.1 Pengujian sensor tegangan.....	35
4.2.2 Pengujian sensor arus.....	41
4.2.3 Pengujian <i>uncontrolled rectifier</i>	43
4.2.4 Pengujian <i>switching relay</i>	44
4.3 Pengujian Integrasi.....	48
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	55
BIODATA PENULIS.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Blok Perencanaan Sistem.....	4
Gambar 2. 1 Baterai <i>lead acid</i>	10
Gambar 2. 2 Mikrokontroler STM32F40x LQFP100 <i>pin out</i>	11
Gambar 2. 3 LCD 20x4 <i>Character</i>	12
Gambar 2. 4 Rangkaian Sensor Tegangan.....	13
Gambar 2. 5 Bentuk Fisik Sensor ACS712.....	14
Gambar 2. 6 Konfigurasi Pin IC ACS712.....	15
Gambar 2. 7 Relay Kondisi <i>Normally Close</i>	16
Gambar 2. 8 Relay Kondisi <i>Normally Open</i>	17
Gambar 2. 9 Rangkaian Fullwave Rectifier dengan filter C.....	18
Gambar 2. 10 Gelombang tegangan keluaran dan tegangan masukan.....	19
Gambar 2. 11 Module Bluetooth HC-05.....	20
Gambar 2. 12 Gambar LED.....	22
Gambar 2. 13 Gambar Panel Surya.....	23
Gambar 3. 2 Rangkaian Simulasi FWR.....	25
Gambar 3. 3 Gelombang <i>Input Ouput</i> FWR.....	27
Gambar 3. 4 Rangkaian <i>Full Wave Rectifier</i> dengan filter C.....	28
Gambar 3. 5 Rangkaian FWR dengan filter C pada software PSIM.....	28
Gambar 3. 6 Gelombang <i>Output</i> FWR setelah mendapat filter C.....	29
Gambar 3. 7 Desain <i>Board rectifier</i>	30
Gambar 3. 8 Hardware sensor arus.....	31
Gambar 3. 9 Hardware sensor tegangan.....	31
Gambar 3. 10 Hardware mikrokontroller.....	32
Gambar 3.11 SRP Tempat Parkir.....	33
Gambar 3.12 Standar Lux Tempat Parkir	33
Gambar 3.13 Rumus Total Lumen.....	34
Gambar 3. 14 Algoritma system.....	35
Gambar 4. 1 Gambar Pengujian Sensor Tegangan PLN & Baterai.....	38
Gambar 4. 2 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan 1.....	39
Gambar 4. 3 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan 2.....	40
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Arus.....	41
Gambar 4. 5 Grafik Kalibrasi Sensor Arus.....	42
Gambar 4. 6 Program Sensor tegangan dan arus	43
Gambar 4. 7 Pengujian <i>Uncontrolled Rectifier</i>	44
Gambar 4. 8 Gambar Pengujian Relay ON & OFF.....	45
Gambar 4. 9 Program Relay.....	46
Gambar 4. 10 Gambar Pengujian Integrasi saat relay ON & OFF.....	47
Gambar 4. 11 Grafik Time Respon Relay	49
Gambar 4.12 Tampilan Bluetooth.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Pin Sensor Arus ACS7212.....	15
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Tegangan PLN.....	39
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Tegangan Baterai.....	40
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Arus.....	42
Tabel 4. 4 Data Pengujian Rectifier.....	44
Tabel 4. 5 Tabel Algoritma Switching Relay.....	44
Tabel 4. 6 Data Hasil pengujian Integrasi Sistem.....	48
Tabel 4. 7 Data Pengujian Gangguan <i>Undervoltage</i>	48



BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

Proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* (ATS) Untuk Beban Penerangan Tempat Parkir” ini diajukan berdasarkan latar belakang, tujuan, dan permasalahan sebagai berikut:

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan pengguna kendaraan motor yang cukup banyak. Dengan banyaknya pengguna kendaraan bermotor tentunya timbul berbagai masalah salah satunya jumlah kriminalitas semakin meningkat dalam hal pencurian kendaraan bermotor apalagi di era *new normal* seperti sekarang. Apabila kendaraan bermotor dititipkan ke tempat parkir yang masih tergolong tidak aman seperti kurangnya fasilitas penerangan pada saat pemadaman listrik maka mengakibatkan penjaga parkir sulit untuk mengontrolnya. Dalam hal penuhan kebutuhan listrik di Indonesia dilayani oleh PLN yang merupakan satu-satunya perusahaan terbesar yang menyediakan listrik. Di beberapa tempat menggunakan sumber cadangan yaitu baterai yang akan menjadi *back-up* penerangan sementara. Baterai tersebut akan *di-charging* dari *photovoltaic* dan dikontrol dengan *Solar Charger Controller*. Namun karena sistem kelistrikan yang sangat kompleks, mulai dari pusat pembangkitan hingga sampai ke konsumen, maka besar kemungkinan akan terjadi gangguan yang bisa menyebabkan aliran daya ke konsumen terputus. Dalam mengatasi masalah tersebut, penulis menggunakan back up lampu penerangan yang bertujuan agar sepeda motor tetap aman, agar selalu terang yang menjauhkan dari hal-hal yang tidak diinginkan seperti keberadaan maling. Maka dari itu dalam proyek akhir ini memanfaatkan *Automatic Transfer Switch* yang akan menghasilkan alat yang akan membantu dalam peralihan sumber dari dua buah sumber, yaitu sumber utama dari PLN dan sumber cadangan dari baterai. ATS ini akan menggantikan peran operator yang harus siaga saat terjadi pemadaman pada sumber utama listrik. Hal ini jauh lebih menguntungkan dibanding dengan menggunakan jasa operator. Karena dapat menghindari kesalahan dalam pengoperasian dan dapat menghindari adanya kejutan listrik terhadap operator. ATS akan otomatis merubah sumber utama yang berupa PLN menjadi sumber cadangan yang berupa baterai maupun

sebaliknya pada saat keadaan kembali pada kondisi yang semula. Selain pemadaman, juga pada saat terjadi gangguan sesaat *undervoltage* sewaktu mencapai tegangan tertentu sesuai batas pada SPLN. Pada alat ini juga akan mengurangi beban yang dinyalakan saat menggunakan sumber cadangan dikarenakan untuk penghematan dari baterai itu sendiri. Pada sumber PLN menggunakan 4 lampu dan pada saat menggunakan sumber baterai menggunakan 2 lampu dan terdapat 2 macam relay yaitu relay utama yang difungsikan untuk mengatur *switching* peralihan sumber dan relay beban yang difungsikan untuk switching penyalakan lampu. Selanjutnya alat ini juga bisa di *monitoring* yang bisa ditempatkan di *control room* atau ruang penjaga menggunakan *Bluetooth* yang akan tampil di *smartphone* untuk memudahkan pemakai dalam menggunakananya.

1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini dapat dibedakan menjadi tujuan umum dan tujuan khusus.

1.2.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari pembuatan proyek akhir ini yaitu sebagai syarat kelulusan dari pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Elektro Industri Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

1.2.2 Tujuan Khusus

Merancang *automatic transfer switch* berbasis *microcontroller* ARM STM32F4VG dengan stabilitas kecepatan switch pada ATS dapat bekerja maksimal dan dapat menampilkan data arus, tegangan dan kondisi relay pada PLN maupun pada baterai.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pembuatan proyek akhir ini, rumusan masalah yang akan dibahas meliputi:

1. Bagaimana cara mengatur peralihan dari sumber utama ke sumber cadangan?
2. Bagaimana mendesain *full wave rectifier* untuk suplai beban?
3. Bagaimana mendesain ATS agar waktu *switching* kurang dari 6 detik?

3.4 Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini, diambil batasan masalah yang akan dibahas adalah meliputi:

1. Sumber utama yang digunakan adalah PLN;
2. Sumber cadangan yang digunakan adalah baterai;
3. Penyearah yang digunakan adalah *full wave rectifier uncontrolled*;
4. Kondisi baterai yang digunakan dalam kondisi penuh (*full charge*);
5. Menggunakan beban lampu DC;
6. Monitoring menggunakan *Bluetooth*.

3.5 Metodologi Penelitian

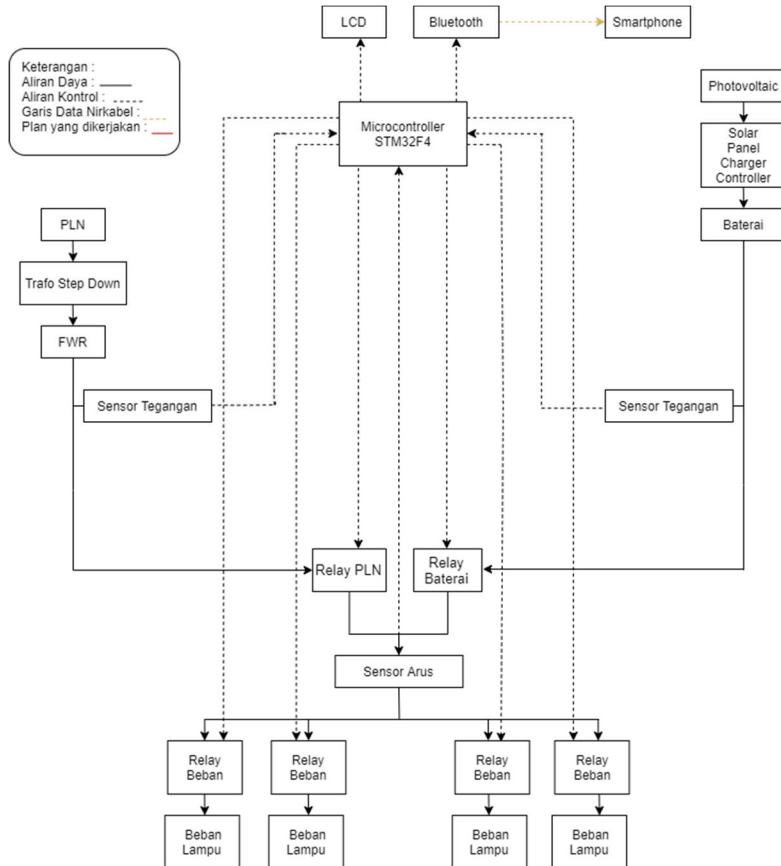
Dalam penggerjaan proyek akhir ini diperlukan suatu metodologi untuk mendapatkan suatu hasil yang maksimal, diantaranya adalah sebagai berikut:

3.5.1 Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahap awal yang perlu dilakukan dalam penggerjaan proyek akhir ini. Dalam tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang parameter yang akan digunakan pada proses perancangan, pembuatan, dan pengujian proyek akhir. Pada tahap ini diperlukan pemahaman berbagai studi pustaka yang berhubungan dengan proses penggerjaan proyek akhir. Hal tersebut dapat diperoleh dari jurnal, buku teks, dan beberapa artikel dari internet yang sesuai dengan bahasan proyek akhir. Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan mencari informasi dan data mengenai permasalahan yang dituju kemudian merumuskan permasalahan yang ditinjau dari permasalahan yang ada, dan selanjutnya adalah menyusun langkah-langkah yang akan digunakan dalam pembuatan alat/sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS).

3.5.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi pembuatan blok diagram kerja sistem. Blok diagram dari proyek akhir ini ditunjukkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Blok Perencanaan Sistem

Pada **Gambar 1.1** dijelaskan bahwa pada Proyek Akhir ini memanfaatkan dua buah sumber yang berbeda, yaitu dari PLN dan baterai. Dan untuk beban yang digunakan adalah lampu DC, sehingga untuk itu memerlukan rectifier. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroller sebagai pengontrol sistem seperti mengontrol sensor, relay, dan juga LCD serta *Bluetooth*.

3.5.3 Desain dan pembuatan *hardware*

Desain dan pembuatan *hardware* merupakan awal penggerjaan alat secara real. Pada proyek akhir ini hardware yang dibuat untuk mendukung berjalannya sistem diantaranya pembuatan buck converter, sensor tegangan, driver, dan board untuk mikrokontroler ARM STM32F4 discovery.

3.5.4 Desain Pembuatan *Software*

Pembuatan *software* meliputi pemrograman mikrokontroler ARM STM32F4 untuk mengontrol relay, sensor, dan LCD serta *Bluetooth*, kemudian juga pemrograman untuk tampilan LCD serta pemrograman tampilan *Bluetooth*.

3.5.5 Integrasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini, setelah dilakukan pengujian perangkat keras (*Hardware*) Setelah itu, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan yang telah terintegrasi. Apabila setelah melakukan pengujian integrasi sistem ditemukan permasalahan, maka akan dilakukan perbaikan atau penyempurnaan sistem untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dan jika masih terdapat *error* maka langkah selanjutnya adalah menyusun kembali perancangan sistem.

3.5.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Pada tahap ini dilakukan pembuatan atau penulisan buku proyek akhir. Pada buku tersebut dijelaskan mengenai semua hal yang berkaitan tentang penggerjaan proyek akhir, seperti penjelasan mengenai komponen yang digunakan, proses pembuatan alat, sistem kerja alat, dan data hasil pengujian alat. Buku proyek akhir ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan acuan untuk pembuatan proyek akhir berikutnya.

3.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan dalam penyusunan buku proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi, sistematika pembahasan dan tinjauan pustaka.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori-teori penunjang yang akan dijadikan landasan dalam pelaksanaan proyek akhir.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini membahas tentang tahap perancangan dan proses pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dari proyek akhir.

BAB IV: PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini membahas tentang pengujian perbagian, pengujian secara terintegrasi, dan kemudian berdasarkan data hasil pengujian dilakukan analisa terhadap keseluruhan sistem.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan secara keseluruhan dari pelaksanaan proyek akhir dan saran untuk memperbaiki kekurangan yang terdapat pada sistem yang telah dibuat demi pengembangan dan penyempurnaan di waktu mendatang.

3.7 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang pernah dilakukan dan digunakan sebagai tinjauan pustaka pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas Akhir “**Implementasi Automatic Transfer Switch Berbasis PLC Pada Laboratorium Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung**” yang disusun oleh Utomo Hendro mahasiswa Jurusan Teknik elektro, Universitas Lampung. Pada tugas akhir ini penulis memiliki fokusan tentang perubahan kecepatan switch dengan menggunakan PLC;

2. Moh Alfan Alfian. “**Desain dan Implementasi Automatic Transfer Switch Berbasis Mikrokontroler untuk Laboratorium Renewable Energy 5 Gedung Pascasarjana PENS**”. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2018. Proyek akhir yang disusun oleh Moh Alfan Alfian mahasiswa D3 Teknik Elektro Industri PENS. Proyek ini membahas tentang ATS dengan baterai sebagai sumber utama dan PLN sebagai sumber cadangan dengan masa peralihan 2 detik;
3. Clara Vandika. “**Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Parameter Transisi Berupa Arus, Tegangan, dan Frekuensi dengan komunikasi IoT**”. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2019. Proyek akhir yang disusun oleh Clara Vandika mahasiswa D3 Teknik Elektro Industri PENS. Proyek ini membahas tentang ATS dengan sumber PLN dan genset dengan masa peralihan 3 detik untuk PLN ke genset dan 4 detik untuk genset ke PLN;
4. Tugas akhir “**Automatic Main Failure pada ATS dalam Menjaga Keandalan Power Supply yang dicatut dari PLN dan Genset**” yang disusun oleh Miftahudi Tohari, Politeknik Harapan Bersama. Tugas akhir ini membahas tentang AMF yang berfungsi untuk mengaktifkan dan nonaktifkan mesin genset;
5. Halida Muthia Palupi. “**Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Mikrokontroller Untuk Pos Pantau Keamanan**” Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2020. Proyek akhir yang disusun oleh Halida Muthia Palupi mahasiswa D3 Teknik Elektro Industri PENS. Proyek ini membahas tentang ATS dengan sumber baterai dan genset dengan masa peralihan 2 detik untuk beban lampu dan 2.8 detik untuk beban kipas.



BAB II

TEORI PENUNJANG

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada proyek akhir ini terdapat beberapa teori penunjang yang digunakan sebagai pendukung penelitian yang akan digunakan, antara lain sebagai berikut:

2.1 Automatic Transfer Switch

ATS merupakan singkatan dari kata *Automatic Transfer Switch*, jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah saklar yang bekerja otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan memungkinkan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka saklar akan berpindah ke sumber listrik yang lainnya misalnya adalah baterai. Alat ini berguna untuk menghidupkan dan menghubungkan baterai ke beban secara otomatis pada saat PLN padam. Dalam perkembangan teknologi dunia elektrikal akhirnya merekayasa hal tersebut kemudian dijalankan secara *automatic* yang disingkat ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang difungsikan secara otomatis untuk memindahkan daya sesuai dengan kebutuhan tanpa menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikannya. Pada dasarnya pembuatan ATS adalah memainkan penalaran logika matematika dengan merangkaikan beberapa alat seperti Relay, Timer, Kontaktor, dan MCB. Alat – alat tersebut pada prinsipnya adalah sebagai saklar ataupun pemutus hubungan. **Menurut UL 1008 dan NEMA Standard ICS10-1993, ATS memiliki standar waktu perpindahan daya yaitu 0-6 detik saat melakukan perpindahan dari sumber utama ke sumber cadangan.**

2.2 Baterai Lead Acid

Baterai *lead acid* (*Accu*) Aki merupakan salah satu jenis baterai yang menggunakan Asam Timbal (*Lead Acid*) sebagai bahan kimianya. Secara umum terdapat dua jenis baterai *lead acid*, yaitu *starting Battery* dan *Deep Cycle Battery*. Baterai *lead acid* merupakan salah satu jenis baterai yang mampu untuk menghadapi kondisi lambat, cepat, dan pengisian daya berlebihan. Selain itu, dapat bertahan untuk tidak aktif dalam jangka panjang tanpa larutan elektrolit. Tetapi, kekurangan dari baterai *lead acid* yaitu pada iklim panas dimana suhu rata-rata 92°F,

siklus hidup baterai *lead acid* akan turun menjadi 50%. Baterai *lead acid* meskipun relatif lebih aman dari baterai lain tetapi baterai tersebut dapat menyebabkan banyak kerusakan lingkungan pada skala pendek. Selain itu, baterai rentan terhadap korosi yang sering terjadi baik karena elektrolisis atau *overfilling* sehingga dapat menurunkan waktu hidup baterai.



Gambar 2. 2 Baterai lead acid¹

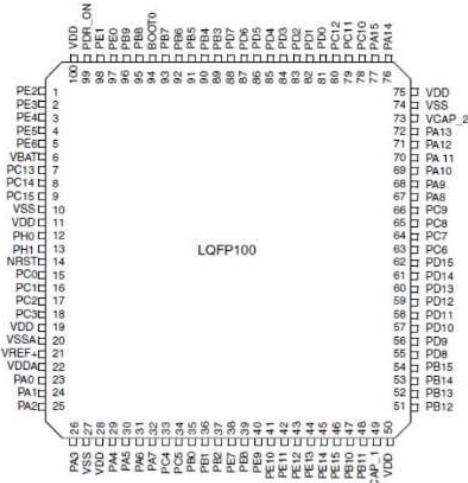
Apabila jumlah energi cahaya matahari yang diperoleh panel surya berkurang atau iradiasinya melemah, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dibandingkan penurunan arus listriknya. Gambar 2.4 menunjukkan pengaruh dari iradiasi pada karakteristik I-V dari panel surya.

1.3 MIKROKONTROLER STM32F407VG

STM32F407VG merupakan mikrokontroler yang berdasar dari performa tinggi ARM Cortex -M4 32-bit RISC core yang operasi frekuensinya hingga mencapai 168 MHz. Inti Cortex -M4 terdapat fitur *Floating Point Unit* (FPU) presisi tunggal dimana mendukung semua presisi tunggal, instruksi data proses, dan tipe data ARM STM32F407VG juga mengimplementasi set penuh dari instruksi DSP dan *Memory Protection Unit*(MPU) dimana mempertinggi aplikasi keamanan.

¹ Motorcycle Fit. Diakses pada 12 Januari 2021.

STM32F407VG juga memasukkan *high-speed embedded memories* (*Flash memory* hingga mencapai 1 Mbyte, untuk SRAM hingga mencapai 192 Kbytes). Untuk *back-up* dari SRAM, hingga mencapai 4 Kbytes. Luas jarak dari I/O dan peripheral dihubungkan dengan dua bus APB, dua bus AHB, dan matrik bus multi-AHB 32-bit.



Gambar 2. 2 Mikrokontroler STM32F40x LQFP100 pin out²

Gambar 2.2 menunjukkan pin IO mikrokontroler STM32F40X dengan beberapa fitur yaitu :

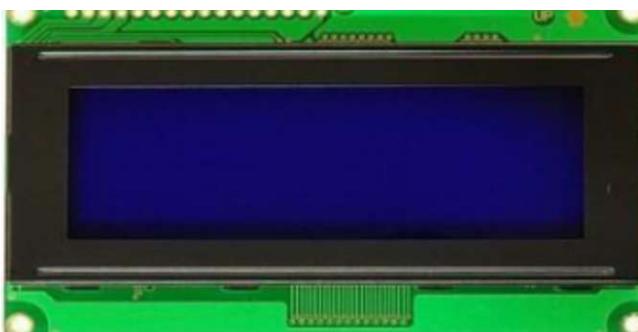
- Dua belas bit ADC.
- Dua DAC.
- Low-power RTC.
- Dua belas general-purpose 16-bit timers termasuk dua PWM timers untuk kontrol motor.
- Dua general-purpose 32-bit timers.
- True random number generator(RNG).
- Tiga I2C.
- Tiga SPI, dua rangkap penuh I2S.
- Empat USART dan ditambah dua UART.

²Datasheet STM32F40x LQFP100

j. USB OTG dengan kecepatan penuh dan USB OTG kecepatan tinggi dengan kemampuan kecepatan penuh(dengan ULPI).

1.4 LCD (Liquid Crystal Display)

Display LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator, dll.) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin fotokopi dan telepon genggam). Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur ke dalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang. Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar LCD dan layar LED. Sebuah LED *display* (sering digunakan dalam radio jam) terdiri dari sejumlah LED yang benar-benar mengeluarkan cahaya (dan dapat dilihat dalam gelap). Sebuah layar LCD hanya mencerminkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap.



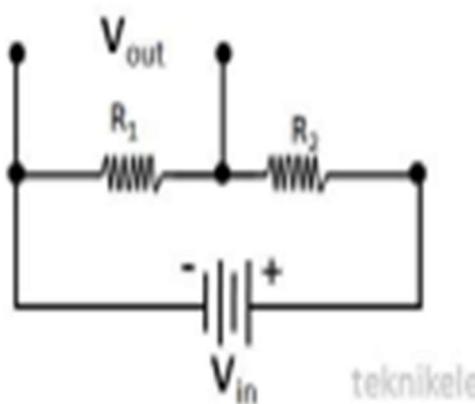
Gambar 2. 3 LCD 20x4 Character³

³<https://www.adafruit.com/product/198>

LCD dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler ARM. Spesifikasinya yaitu lebar display 4 baris 20 kolom. Bentuk LCD 20×4 dapat dilihat pada **Gambar 2.3**. LCD (*Liquid Cristal Display*) sudah dilengkapi perangkat pengontrol sendiri yang menyatu dengan LCD sehingga memudahkan dalam penggunaannya tinggal menyesuaikan data pin LCD tersebut dengan mikrokontroler.

1.5 Sensor Tegangan

Untuk mengukur sebuah tegangan yang masuk ke port ADC terdapat rumus yang harus diketahui, yang pertama yaitu rumus untuk mencari tegangan dari 2 resistor (Rangkaian pembagi tegangan) seperti **Gambar 2.4** berikut.



Gambar 2.4 Rangkaian Sensor Tegangan⁴

Untuk mendapatkan tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan diatas menggunakan rumus yang sederhana yaitu :

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \times \frac{R_1}{R_2 + R_1} \quad \dots \quad (2.1)$$

Keterangan :

⁴<https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2015/11/Rumus-dan-Rangkaian-Pembagi-Tegangan-Voltage-Divider.jpg>

Vout = Tegangan Output

Vin = Tegangan Input

R1 = Resistor 1

R2 = Resistor 2

1.6 Sensor Arus

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Bentuk fisik sensor ini seperti pada

Gambar 2.5. Spesifikasi Sensor Arus ACS712:

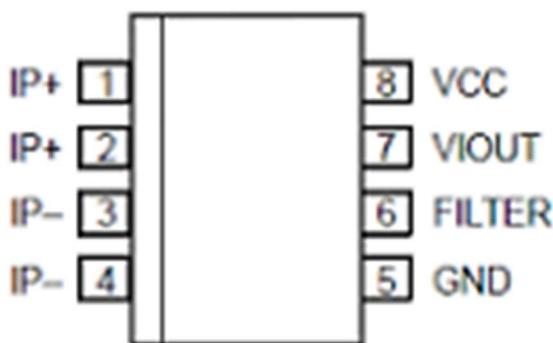
1. Berbasis ACS712 dengan fitur:
 - a. Waktu kenaikan perubahan luaran = 5 μ s.
 - b. Lebar frekuensi sampai dengan 80 kHz.
 - c. Total kesalahan luaran 1,5% pada suhu kerja TA= 25°C.
 - d. Tahanan konduktor internal 1,2 m Ω .
 - e. Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5- 8
 - f. Sensitivitas luaran 185 mV/A.
 - g. Tegangan luaran proporsional terhadap masukan arus AC atau DC.
2. Tegangan kerja 5 VDC.
3. Dilengkapi dengan penguat operasional untuk menambah sensitivitas luaran.



Gambar 2. 5 Bentuk Fisik Sensor ACS712⁵

⁵ ACS712 Datasheet. 2016.ACS712-DS, Rev.15.

Sensor arus ACS712 dapat digunakan untuk membaca arus AC atau DC. Bila arus yang disensor DC maka polaritas berpengaruh pada pembacaan, hal ini dikarenakan titik 0 dari ACS berada di tengah, sehingga bila arus DC yang disensor polaritasnya terbalik maka nilai yang terbaca lebih kecil dari setengah tegangan VCC. Apabila tegangan referensi ADC yang digunakan hanya 3 volt maka VCC yang diperlukan hanya 3 volt. **Gambar 2.6** merupakan konfigurasi pin IC ACS712 dengan fungsi tiap pin IC ACS712 dijelaskan pada **Tabel 2.1**.



Gambar 2. 6 Konfigurasi Pin IC ACS712⁶

Tabel 2. 1 Fungsi Pin Sensor Arus ACS712

Pin Sensor ACS712	Fungsi
IP	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya.
IP+	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya.
GND	Terminal sinyal <i>ground</i> .
FILTER	Terminal untuk kapasitor eksternal yang berfungsi sebagai pembatas <i>band witch</i> .
VOUT	Terminal keluaran sinyal analog.
VCC	Terminal masukan catu daya.

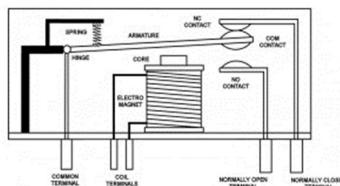
⁶ Ibid

1.7 Relay

Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektromagnetik). Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi *OFF* ke *ON* pada saat diberikan energi elektromagnetik pada armatur relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik (induktor inti besi). Saklar atau kontaktor relay dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik armatur tuas saklar atau kontaktor relay. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama relay elektro mekanik adalah sebagai berikut:

- a) Kumparan elektromagnet
- b) Saklar atau kontaktor
- c) Swing Armatur
- d) Spring (Pegas)

1.7.1 Konstruksi Relay Elektro Mekanik Posisi NC



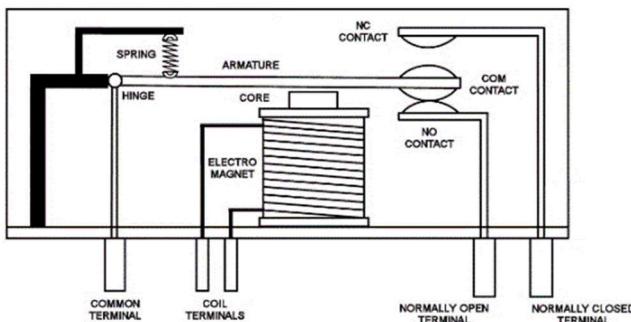
Gambar 2. 7 Relay Kondisi Normally Close⁷

Dari konstruksi relay elektro mekanik diatas dapat diuraikan sistem kerja atau proses relay bekerja. Pada saat elektromagnet tidak diberikan sumber tegangan maka tidak ada medan magnet yang menarik *armature*, sehingga saklar relay tetap terhubung ke terminal NC (*Normally Close*) seperti terlihat pada gambar konstruksi diatas.

⁷ Mas Sugeng “Kondisi relay NO ke NC dalam dunia kelistrikan”diakses dari www.kelistrikanku.com.pada 12 Januari 2021.

Kemudian pada saat elektromagnet diberikan sumber tegangan maka terdapat medan magnet yang menarik *armature*, sehingga saklar relay terhubung ke terminal NO (*Normally Open*) seperti terlihat pada gambar dibawah.

1.7.2 Konstruksi Relay Elektro Mekanik Posisi NO (*Normally Open*)



Gambar 2.8 Relay Kondisi Normally Open⁸

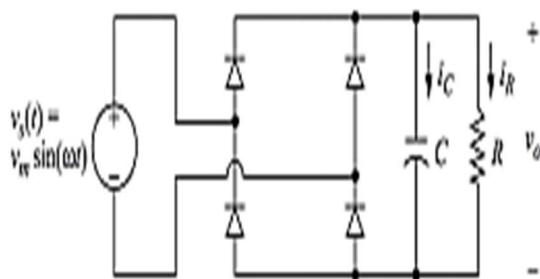
Relay elektro mekanik memiliki kondisi saklar atau kontaktor dalam 3 posisi. Ketiga posisi saklar atau kontaktor relay ini akan berubah pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetcnya. Ketiga posisi saklar relay tersebut adalah :

- a) **Posisi *Normally Open* (NO)**, yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*). Kondisi ini akan terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetcnya.
- b) **Posisi *Normally Close* (NC)**, yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Kondisi ini terjadi pada saat relay tidak mendapat tegangan sumber pada elektromagnetcnya.
- c) **Posisi *Change Over* (CO)**, yaitu kondisi perubahan armatur saklar relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke elektromagnet atau saat sumber tegangan diputus dari elektromagnet relay.

⁸ Loc.cit

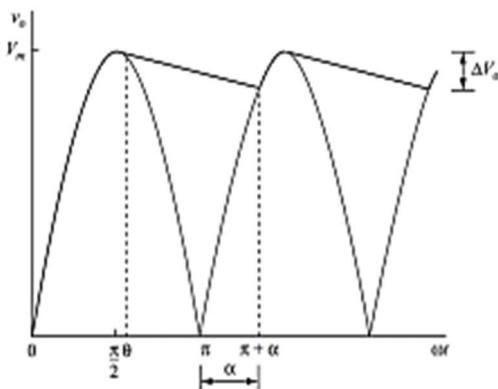
1.8 Uncontrolled Full Wave Rectifier (FWR)

Tujuan dari penyearah gelombang penuh adalah untuk menghasilkan tegangan atau arus yang murni dc atau memiliki beberapa komponen dc yang ditentukan. Arus rata-rata pada sumber ac adalah nol. Pada penyearah gelombang penuh, sehingga menghindari masalah yang terkait dengan arus sumber rata-rata yang tidak nol, khususnya dalam transformator. Keluaran rectifier gelombang penuh secara inheren lebih sedikit riak dari rectifier gelombang-setengah.



Gambar 2.9 Rangkaian Uncontrolled Fullwave Rectifier dengan filter C⁹

⁹ Power Electronics, Daniel W. Hart , Single phase uncontrolled fullwave bridge rectifier

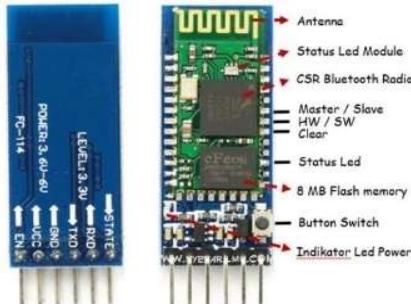


Gambar 2. 10 Gelombang tegangan keluaran dan tegangan masukan¹⁰

2.9 Modul Bluetooth

Module Bluetooth HC-05 adalah *module* komunikasi nirkabel via *bluetooth* yang dimana beroperasi pada frekuensi 2.4GHz dengan pilihan dua mode koneksi. Mode 1 beroperasi sebagai *slave* atau *receiver* data saja, mode 2 beroperasi sebagai *master* atau dapat bertindak sebagai *transceiver*. Pengaplikasian komponen ini sangat cocok pada project elektronika dengan komunikasi nirkabel atau wireless. Aplikasi yang dimaksud antara lain aplikasi sistem kendali, monitoring, maupun gabungan keduanya. Antarmuka yang dipergunakan untuk mengakses *module* ini yaitu serial TXD, RXD, VCC serta GND. Serta terdapat LED (*built in*) sebagai indikator koneksi bluetooth terhadap perangkat lainnya seperti sesama *module*, dengan *smartphone android*, dan sebagainya. Untuk bentuk fisik dan keterangan masing-masing bagian ditunjukkan pada **Gambar 2. 11**.

¹⁰ Loc.it



Gambar 2. 11 Module Bluetooth HC-05¹¹

Dapat dilihat dari **Gambar 2. 11** Bentuk Fisik *Module Bluetooth* diatas bahwa pada modul *Bluetooth* HC-05 terdapat komponen-komponen seperti antenna, status LED modul, *CSR Bluetooth radio*, *master/slave*, *8 MB flash memory*, *button switch*, *indicator LED power*.

Spesifikasi dari modul tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Frekuensi ISM 2,4 GHz
- b. *Bluetooth Protocol* tipe v2.0+EDR
- c. Kecepatan dapat mencapai 1 Mbps pada mode sinkron
- d. Kecepatan dapat mencapai 2.1 Mbps / 160 kbps pada mode asinkron maksimum
- e. Tegangan kerja pada 3,3 – 6 Volt DC
- f. Konsumsi arus kerja yaitu 50 mA
- g. Memiliki modulasi Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK)
- h. Sensitivitas -84dBm (0.1% BER)
- i. Daya emisi 4 dBm
- j. Suhu operasional range -20°C — +75°C
- k. Memiliki keamanan dengan enkripsi data dan enkripsi
 - l. Dimensi modul 15.2×35.7×5.6 mm

Modul ini dapat digunakan sebagai mode *slave* (Rx), maupun mode master (Tx) dan memiliki 2 metode konfigurasi yaitu AT Mode dan *Communication Mode*. Pada AT Mode berfungsi sebagai pengaturan

¹¹ <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-module-bluetooth-hc-05/>

konfigurasi dari HC-05, sedangkan pada *Communication Mode* berfungsi sebagai komunikasi nirkabel dengan perangkat atau piranti lainnya.

2.10 LED

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (*Light Emitting Diode*) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube. Lampu LED adalah produk diode pancaran cahaya yang disusun menjadi sebuah lampu. LED bisa memancarkan cahaya karena terjadi pelepasan foton saat proses pertemuan semikonduktor P dan semikonduktor N. Untuk bisa menyala, LED harus diberi tegangan maju (*forward*) pada nilai minimal tertentu dengan batasan arus maksimal sesuai yang tertera pada datasheet LED. **Gambar 2.12** merupakan bentuk lampu LED.



Gambar 2. 12 Gambar LED¹²

¹² Mitsuyama LED. Diakses pada 12 Januari 2021

2.11 Panel Surya



Gambar 2.13 Gambar Panel Surya¹³

Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Efek photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau adanya kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV).

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Diode Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih kuat dari Diode Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan arus setinggi 0,1A saat terkena (expose) cahaya matahari.

¹³ <https://www.solarcellsurya.com/apa-itu-panel-surya-atau-solar-cell/>

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

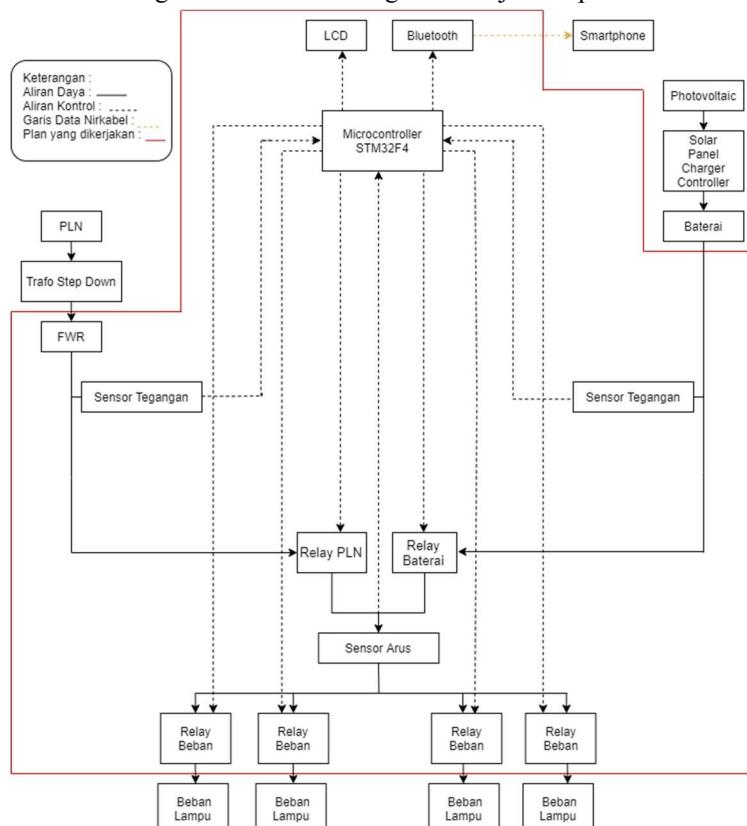
BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan sistem yang terdiri dari dua bagian, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk setiap bagian rangkaian sesuai blok diagram sistem.

3.1 Perencanaan Sistem

Perancangan sistem yang dilakukan meliputi pembuatan blok diagram sistem. Blok diagram ditunjukkan pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Sumber: Dokumen Penulis

Cara kerja dari sistem ini secara detail dapat dilihat pada **Gambar 3.1** yang merupakan blok diagram sistem. Pada sistem ini pusat kendalinya memanfaatkan Mikrokontroler ARM STM32F4VG yang digunakan untuk mengatur kondisi relay. ATS ini menggunakan sumber utama jala-jala PLN dan baterai (*tanpa charging* karena dianggap dalam keadaan *full*). Ketika tegangan PLN $<198V$ maka ATS akan bekerja mengganti sumber utama PLN menjadi sumber cadangannya yaitu baterai. Dikarenakan sesuai dengan Standar PLN tahun 1995 bahwa batas *drop voltage* untuk *undervoltage* yaitu 10% dari tegangan nominal (220 volt) maka diperoleh angka sebesar $<198V$. Alat ini bertujuan untuk *back up* penerangan di tempat parkir skala kecil. Ketika memakai sumber utama PLN, beban yang digunakan adalah 4 lampu dan ketika *switch* menjadi sumber baterai, beban menjadi 2 lampu saja yang bertujuan untuk menghemat penggunaan baterai dan nyalanya secara bersamaan. Serta dalam pengiriman datanya sendiri menggunakan *bluetooth* yang bisa dipantau pada *control room*.

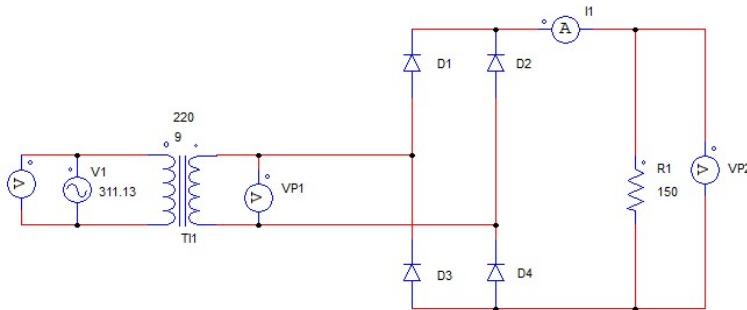
3.2 Perencanaan dan Pembuatan Hardware

Pada proyek akhir ini, tahap perencanaan dan pembuatan *hardware* ini terdiri dari:

1. Perencanaan *uncontrolled rectifier*.
2. Perencanaan filter C.
3. Perencanaan sensor arus ACS712.
4. Perencanaan sensor tegangan (*voltage divider*).
5. Perencanaan ARM STM32F4FGTX.
6. Perencanaan Beban

3.2.1 Perencanaan *uncontrolled rectifier*

Rangkaian dasar full wave rectifier ditunjukkan pada gambar berikut :

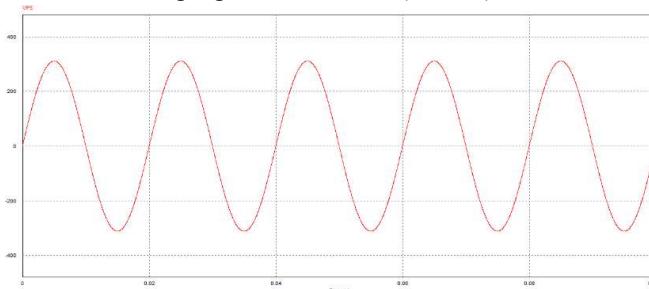


Gambar 3. 2 Rangkaian Simulasi FWR

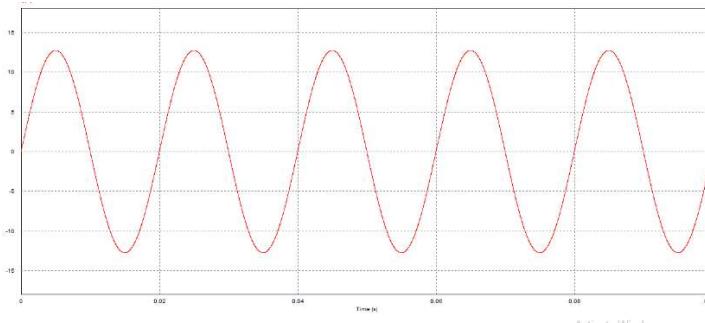
Rangkaian Uncontrolled Rectifier adalah uncontrolled full wave rectifier (FWR). Dimana rangkaian FWR ini digunakan untuk mengubah tegangan AC yang bersumber dari PLN menjadi tegangan DC, karena lampu yang digunakan adalah lampu DC. Komponen yang digunakan adalah empat buah diode, kapasitor dan trafo step down. Parameter-parameter yang digunakan dalam mendesain uncontrolled FWR adalah sebagai berikut:

Tegangan masuk trafo (Vintrafo) : 220 V

Tegangan masuk FWR (Vinfwr) : 9 V



(a)



(b)
Gambar 3.3

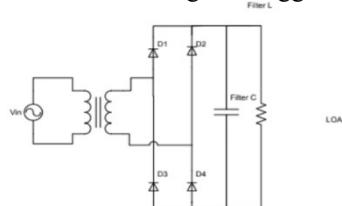
- (a) Gelombang Input FWR
 - (b) Gelombang Output FWR

Tegangan output rectifier =

$$V_o = \frac{2Vm}{\pi} = \frac{2 \times 9\sqrt{2}}{3,14} = 8,1 \text{ Volt}$$

3.2.2. Perencanaan Filter C

Dari uncontrolled rectifier sumber tegangan AC dirubah menjadi sumber tegangan DC akan tetapi masih memiliki ripple tegangan yang cukup besar. Maka dari itu dibutuhkan filter untuk memperkecil ripple tegangan yang ada. Pada Proyek akhir ini menggunakan filter C, dengan menggunakan kapasitor.



Gambar 3.4 Rangkaian Full Wave Rectifier dengan filter C

Untuk proyek akhir ini, nilai kapasitor yang digunakan sebagai kapasitor ditentukan terlebih dahulu. Parameter-parameternya adalah sebagai berikut:

Kapasitor : $6800\mu F$

Jumlah : 6 buah parallel

Total Kapasitor : 40.8 mF

Frekuensi : 50 Hz

$R : 150\Omega$

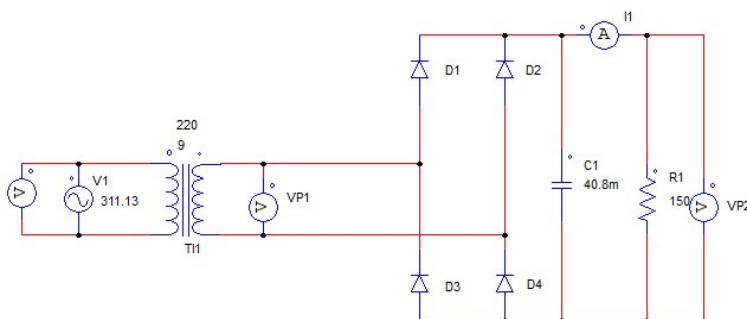
Perhitungan tegangan output dari rangkaian rectifier yang sudah dilengkapi dengan filter dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} V_o &= V_m - \frac{V_m}{4fRC} \dots\dots\dots(3.2) \\ &= 9\sqrt{2} \frac{9\sqrt{2}}{4 \times 50 \times 150 \times 40.8\text{mF}} \\ &= 12,72 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Dengan nilai ripple tegangan yang diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

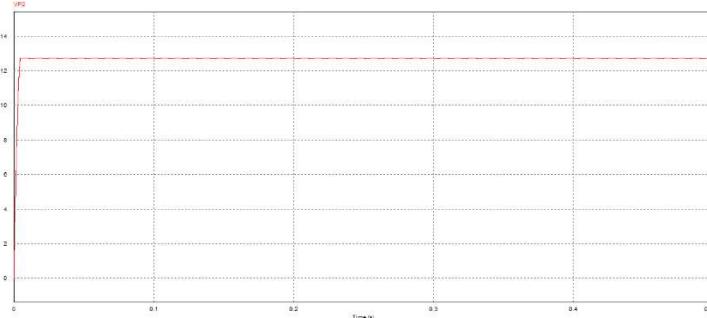
$$\begin{aligned} r &= \frac{1}{2 \times f \times R \times C} \dots\dots\dots(3.3) \\ &= \frac{1}{2 \times 50 \times 150 \times 40.8\text{mF}} \\ &= 0,16\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan menggunakan rumus diatas, dapat disimulasikan dengan software PSIM dengan rangkaian seperti pada Gambar 3.5 untuk bentuk gelombang output dari rectifier setelah diberi filter dapat dilihat pada Gambar 3.6.



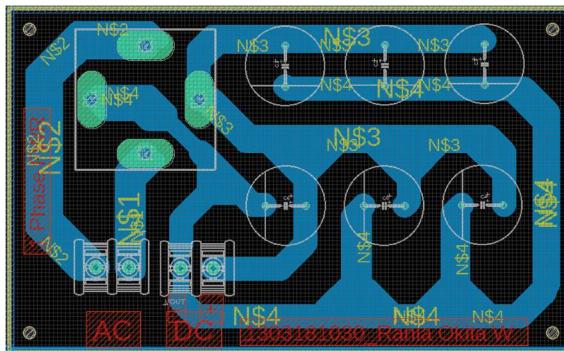
Gambar 3.5 Rangkaian FWR dengan filter C pada software PSIM

Sehingga diperoleh tegangan output dengan ripple yang lebih kecil:



Gambar 3.6 Gelombang Output FWR setelah mendapat filter C

Berikut adalah gambar board rectifier yang sudah didesain pada software :



Gambar 3.7 Desain Board rectifier

3.2.3 Perencanaan Sensor Arus ACS 712

Sensor arus pada Project Akhir ini digunakan untuk mengetahui berapa beban yang menyala. Sensing dilakukan melalui ADC mikrokontroler, sehingga dapat mengetahui perubahan arus. Sensor arus yang digunakan yaitu ACS 712 dengan arus maksimal sebesar 20 A.

Berikut adalah gambar hardware dari sensor arus :



Gambar 3.8 Hardware sensor arus

3.2.4 Perencanaan Sensor Tegangan

Untuk kedua sensor pembacaannya yaitu 30 V maka desain sensornya sama. Desain Sensor pembagi tegangannya yaitu :

$$V_{\text{adc}} = \frac{R_2}{(R_1+R_2)} \times V_{\text{in}} \dots \quad (3.4)$$

R1 ditentukan = $33\text{K}\Omega$

$$3 = \frac{R2}{(33k+R2)} x 30$$

$$99k + 3R2 = 30R2$$

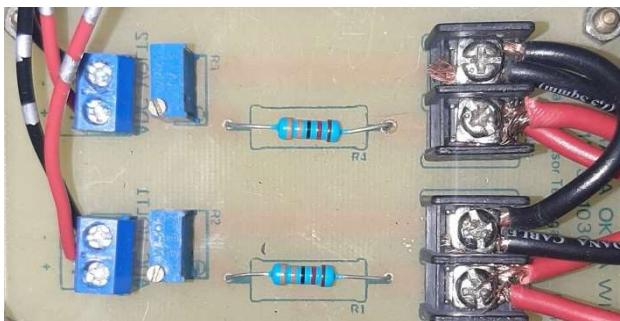
99k = 27R2

$$\frac{99k}{27} = R2$$

$$3.666\Omega = R_2$$

Agar nilai resistor dapat terpenuhi sebesar $3.666\ \Omega$, maka keduanya digunakan resistor multiturn sebesar $5K\Omega$.

Berikut adalah gambar hardware dari sensor tegangan :



Gambar 3.9 Hardware sensor tegangan

3.2.5 Perencanaan ARM STM32 F407FGTX

Mikrokontroler STM32F407VG dipilih karena memiliki kecepatan komputasi hingga 168 MHz sehingga cocok dipakai untuk proses switching yang memerlukan eksekusi data yang tinggi (proses sampling). Dan untuk konfigurasi input dan output pin mikrokontroller yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3.1 Konfigurasi Input Dan Output Mikrokontroller

Fungsi	PIN	Mode
Sensor tegangan 1	PA4	Input
Sensor tegangan 2	PA1	Input
Sensor Arus	PA0	Input
Relay PLN	PA2	Output
Reay Baterai	PA3	Output
Relay Beban 1	PC4	Output
Relay Beban 2	PC5	Output
Relay Beban 3	PA15	Output
Relay Beban 4	PD15	Output

Berikut adalah gambar hardware dari mikrokontroller ARMSTM32F4VG07:



Gambar 3.10 Hardware mikrokontroller

3.2.6 Perencanaan Beban

Beban menggunakan lampu DC (LED) dengan spesifikasi 12 volt. Berikut adalah perhitungan dayanya :

- Luas Lahan (A)

Tempat parkir skala kecil tersebut diasumsikan dengan kapasitas 35 motor, berikut adalah perhitungan luas lahan parkir minimal sesuai standar :

Satuan Ruang Parkir (SRP) kendaraan roda dua = **0,75 x 2**

Tabel 2. Penentuan Satuan Parkir (SRP)

No	Jenis Kendaraan	Satu Ruangan Parkir
1	a. Mobil penumpang golongan I b. Mobil penumpang golongan II c. Mobil penumpang golongan III	2,30 x 5,00 2,50 x 5,00 3,00 x 5,00
2	Bus/truk	3,40 x 12,50
3	Sepeda Motor	0,75 x 2,00

Gambar 3.11 SRP Tempat Parkir¹⁴

$$\begin{aligned}
 A &= \text{SRP} \times \text{Jumlah Kendaraan} \\
 &= 0,75 \times 2 \times 30 \\
 &= \mathbf{45 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Untuk tempat parkir jika dengan disesuaikan dengan kondisi *real* dikarenakan ada penambahan *space*, maka luas lahan total yaitu menjadi **85m²**.

- Perhitungan Lumen Total

Menurut SNI-2001, standar lux untuk tempat parkir yaitu 50 lux.

Ruang Parkir	50	3
Gudang	100	3
Pekerjaan kasar.	100 ~ 200	2 atau 3
Pekerjaan sedang	200 ~ 500	1 atau 2
Pekerjaan halus	500 ~ 1000	1
Pekerjaan amat halus	1000 ~ 2000	1
Pemeriksaan warna.	750	1
Rumah ibadah.		

Gambar 3.12 Standar Lux Tempat Parkir¹⁵

¹⁴ Winayanti, Fadrizal Lubis, dkk. "Analisis Kebutuhan Areal Parkir Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning". Jurnal Teknik Sipil, Vol. 5, No. 1, April 2019

¹⁵ SNI 03-6575-2001

Rumus untuk perhitungan total lumen didapat dari :

$$E = \frac{\phi}{A}.$$

Dimana :

E = Intensitas penerangan (lux)

ϕ = Flux cahaya (lumen)

A = Satuan luas (m^2)

Gambar 3.13 Rumus Total Lumen¹⁶

Diketahui :

$$E = 50 \text{ lux}$$

$$A = 85m^2$$

Ditanya = Flux cahaya?

$$= 50 \times 85$$

= 4,250 lumen

Kebutuhan pencahayaan untuk ruang parkir yaitu sebesar 4250 lumen tetapi penulis belum menemukan rumus yang bisa menghubungkan antara perhitungan daya dengan kebutuhan lumen. Oleh karena itu penulis tidak melakukan perhitungan berapa daya yang diperlukan berdasarkan lumen. Tetapi penulis melakukan survey di pasaran bahwa lampu yang memiliki 2250 lumen memiliki daya 25 watt, ternyata penulis menemukan sedikit diatas kebutuhan saya karena saya tidak menemukan lumen yang pas dengan kebutuhan saya. Sehingga dipilihlah lampu sebesar 25 watt dan lumen sebesar 2250, berdasarkan pendekatan yang dilakukan maka dibutuhkan 2 lampu yang berjumlah 4500 lumen dan total daya 50 watt, oleh karena itu perhitungan tersebut dijadikan perhitungan kapasitas baterai yang akan dijelaskan pada point selanjutnya.

Pada kondisi 1 yaitu saat menggunakan sumber utama PLN menggunakan 4 lampu, jika digunakan sumber cadangan baterai menggunakan 2 lampu yang bertujuan menghemat penggunaan baterai tetapi tetap memenuhi standar penerangan.

c. Perhitungan total kapasitas baterai

Perencanaan beban yang akan digunakan yaitu lampu LED dengan daya 25 watt sebanyak 2 lampu, berikut perhitungannya :

Energi = Daya beban x Lama Penggunaan

¹⁶ Dermawan, Putra Arif. "Studi Evaluasi Perencanaan Instalasi Penerangan Hotel NEO By Aston Pontianak". Universitas Tanjung Pura, 2016.

$$= 25 \text{ watt} \times 10,5 \text{ jam}$$

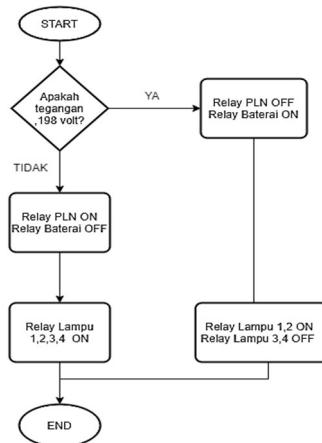
$$= \mathbf{262,5 \text{ Wh}}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Baterai} &= \frac{\text{Energi}}{\text{Tegangan Baterai}} \dots \dots \dots (3.9) \\ &= \frac{262,5}{12} \\ &= \mathbf{21,875 \text{ Ah}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kapasitas Baterai} &= \text{Kapasitas Baterai} \times \text{Jumlah Lampu..(3.10)} \\ &= 21,875 \text{ Ah} \times 2 \\ &= \mathbf{43.75 \text{ Ah}} \end{aligned}$$

Maka, perlu digunakan baterai dengan kapasitas sebesar **12v/45 Ah** sebanyak **1 buah**.

3.3 Algoritma Sistem



Gambar 3.14 Algoritma system

Dari Gambar ini dapat dijabarkan jalanya sebuah sistem untuk memindah sumber PLN ke baterai. Dimana yang menjadi parameter adalah nilai tegangan dari PLN.. Saat tegangan PLN bernilai lebih besar sama dengan (\geq) 198 maka beban yang berupa lampu akan tetap mendapat suplai dari PLN dan lampu yang menyala sebanyak 4 lampu. Namun apabila tegangan PLN sudah kurang ($<$) 198 maka suplai akan dipindah dari PLN ke baterai dan lampu yang menyala sebanyak 2 lampu.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALIS^

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab IV ini akan dibahas pengujian data dari sistem yang telah dibuat serta analisanya. Adapun pengambilan data disertai dengan parameter eksperimen, karakteristik data, serta skenario uji coba. Selanjutnya akan diuraikan tentang tiap poin dari sistematika penelitian. Adapun metode pengujian data dapat dijelaskan pada sub bab 4.1.

4.1. Metode Pengujian

Pada sub bab metode pengujian, dijelaskan metode pengujian terhadap sistem yang dilakukan. Adapun pengujian sistem yang dilakukan terbagi menjadi 2, yakni pengujian secara parsial dan pengujian integrasi sistem.

4.2. Pengujian Parsial

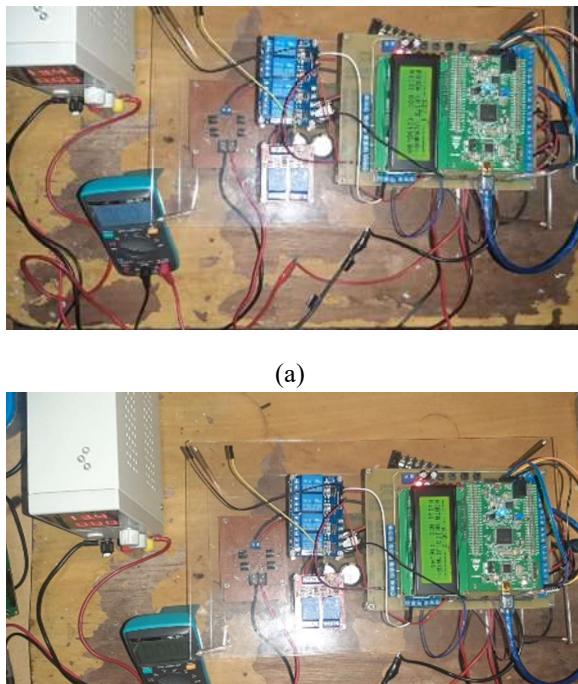
Adapun pengujian parsial dari sistem yang dilakukan meliputi beberapa pengujian yang meliputi:

1. Pengujian sensor tegangan.
2. Pengujian sensor arus.
3. Pengujian *uncontrolled rectifier*.
4. Pengujian *switching relay*.

Berdasarkan beberapa poin diatas digunakan untuk mengetahui apakah parameter – parameter dari sistem sudah tercapai.

4.2.1 Pengujian Sensor Tegangan

Pada proyek akhir ini sensor tegangan yang digunakan adalah rangkaian pembagi tegangan. Proses sensor tegangan ini adalah tegangan output pada full wave rectifier dan baterai diubah menjadi tegangan ADC. Sensor tegangan ini digunakan untuk mengamati tegangan keluaran dari baterai yang merupakan suplai utama ATS ini.



Gambar 4. 1

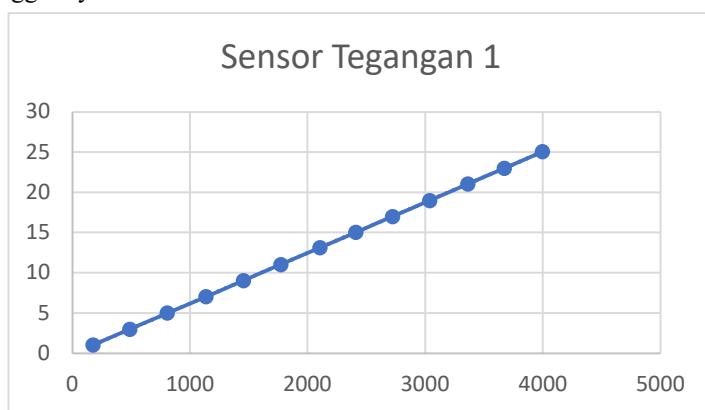
- (a) Gambar Pengujian Sensor Tegangan PLN
- (b) Gambar Pengujian Sensor Tegangan Baterai

Gambar 4.1 merupakan gambar dari hardware sensor tegangan yang dibuat. Untuk mendapat nilai pembacaan tegangan yang akurat diperlukan proses kalibrasi, dengan mencatat nilai ADC pada setiap tegangan yang terbaca. Setelah diperoleh data pembacaan akan didapatkan persamaan fungsi yang nantinya akan jadi caun konversi dari pembacaan ADC ke data tegangan melalui pengolahan dari mikrokontroller. Tabel 4.1 dan 4.2 merupakan data pengujian dari sensor tegangan untuk mengkonversi pembacaan ADC menjadi nilai sesungguhnya.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Tegangan PLN

Vin(V)	ADC	V LCD(V)	Vsupply (V)	Error(%)
0	12.3	0	0,015	1,00
1	177	1,001	1	0,89
3	488	3,01	3	0,33
5	808	5,02	5	0,40
7	1137	7,02	7	0,43
9	1455	9,05	9,06	0,44
11	1772	11,1	11,05	0,63
13	2104	13,09	13,13	0,61
15	2410	15,09	15,04	0,53
17	2722	17,03	17,01	0,58
19	3037	19,15	19	0,52
21	3362	21,12	21,04	0,57
23	3671	23,1	23	0,39
25	3997	25,18	25,07	0,48

Dari data Tabel 4.1 maka akan diperoleh grafik antara nilai ADC dan Vin seperti pada Gambar 4.1, dimana persamaan tersebut akan dijadikan acuan atau rumus konversi data untuk menampilkan nilai tegangan sesungguhnya.

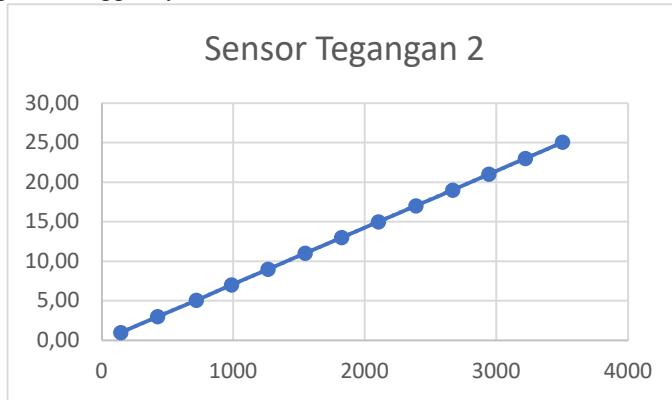


Gambar 4.2 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan 1
Berikut ini adalah hasil pengujian sensor tegangan 2 :

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Tegangan Baterai

Vin(V)	ADC	VLCD(V)	V supply (V)	Error(%)
0	4,5	0	0,017	1,00
1	146	1	1,02	0,99
3	425	3	3,02	0,00
5	720	5,02	5,09	0,20
7	988	7,05	7	0,14
9	1264	9,05	9,01	0,22
11	1547	11,07	11,05	0,36
13	1825	13,07	13,03	0,38
15	2103	15,11	15,01	0,47
17	2388	17,03	17,03	0,47
19	2668	19,15	19,02	0,52
21	2943	21,14	21,02	0,48
23	3221	23,12	23,03	0,48
25	3502	25,17	25,07	0,48

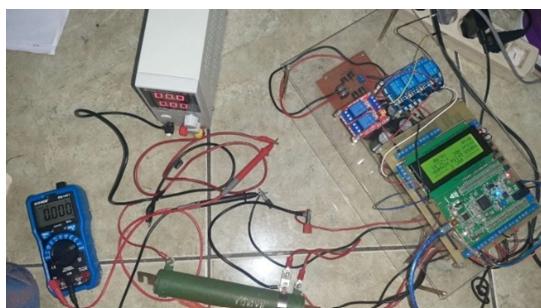
Dari data Tabel 4.2 maka akan diperoleh grafik antara nilai ADC dan Vin seperti pada Gambar 4.2, dimana persamaan tersebut akan dijadikan acuan atau rumus konversi data untuk menampilkan nilai tegangan sesungguhnya.

**Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan 1**

Dari hasil pengujian sensor tegangan, nilai yang ditunjukan dari hasil perhitungan persamaan kalibrasi memiliki nilai error yang relative kecil dengan rata-rata errornya adalah 0.55% untuk sesor tegangan 1 dan 0.44% untuk sensor tegangan 2.

4.2.2. Pengujian Sensor Arus

Sensor arus disini digunakan sebagai tampilan pendekripsi arus beban pengujian sensor arus dilakukan secara terpisah. Pada pengujian pertama adalah mencari parameter dari sensor arus guna mendapatkan nilai adc sensor yang digunakan untuk perumusan fungsi pada program sensor arus. Sensor arus yang digunakan pada sistem ini digunakan untuk mengukur berapa besar arus yang dihasilkan oleh beban lampu(untuk mengetahui berapa jumlah lampu yang menyala). Sensor arus yang digunakan adalah modul ACS712 yang memiliki range sebesar 20 Ampere. Untuk gambar rangkaian pengujian dan gambar pengujian sensor arus dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



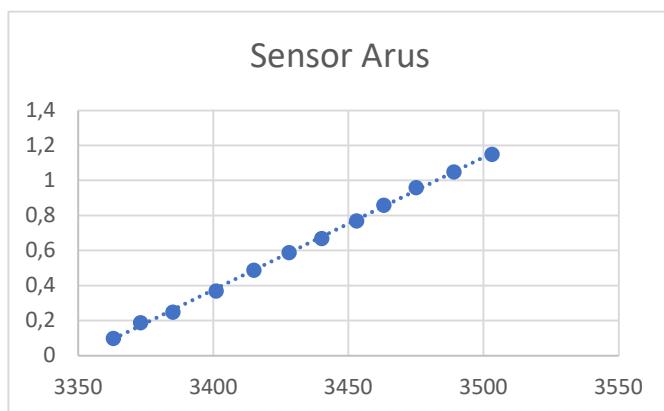
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Arus

Untuk mendapatkan nilai pembacaan arus yang akurat diperlukan proses kalibrasi dengan mencatat nilai ADC pada tiap arus yang terbaca. Dari data pembacaan tersebut akan diperoleh persamaan fungsi yang nantinya akan dijadikan acuan konversi dari pembacaan ADC ke data arus melalui pengolahan data dari mikrokontroler. Tabel 4.3 merupakan data pengujian dari sensor arus untuk mengkonversi pembacaan ADC menjadi nilai sesungguhnya.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Arus

I Input (A)	I LCD (A)	ADC	Error(%)
0,11	0,15	3355	0,36
0,2	0,24	3365	0,20
0,28	0,34	3385	0,21
0,38	0,43	3400	0,13
0,62	0,58	3408	0,06
0,57	0,61	3420	0,07
0,69	0,73	3431	0,06
0,76	0,8	3440	0,05
0,85	0,9	3459	0,06
0,96	1,01	3468	0,05
1,06	1,1	3479	0,04
1,16	1,2	3490	0,03

Dari data Tabel 4.3 maka akan diperoleh grafik antara nilai ADC dan Iin seperti pada Gambar 4.4, dimana persamaan tersebut akan dijadikan acuan atau rumus konversi data untuk menampilkan nilai arus sesungguhnya.

**Gambar 4. 5** Grafik Kalibrasi Sensor Arus

Dari hasil pengujian sensor arus, nilai yang ditunjukan dari hasil perhitungan persamaan kalibrasi memiliki nilai error yang relative kecil dengan rata-rata errornya adalah 0.1%.

Berikut adalah program dari sensor tegangan dan arus pada software keil :

```
/*----ADC RMS 1----*/
adc1 = nilai_ADC[0];
Asum -=Asq[k];
Asq[k] = adc1;
Asum+=Asq[k];
adc1_rms = Asum/SampleData;           //Hasil dari kalibrasi
tegangan1 = 0.0063*adc1_rms - 0.0813 ;

/*----ADC RMS 2----*/
adc2 = nilai_ADC[1];
Bsum -=Bsq[k];
Bsq[k] = adc2;
Bsum+=Bsq[k];
adc2_rms = Bsum/SampleData;
tegangan2 = 0.0072*adc2_rms - 0.0362 ;

/*----ADC RMS 3----*/
adc3 = nilai_ADC[2];
Csum -=Csq[k];
Csq[k] = adc3;
Csum+=Csq[k];
adc3_rms = Csum/SampleData;
arus = 0.0076*adc3_rms - 25.352;
```

Gambar 4. 6 Program Sensor tegangan dan arus

4.2.3 Pengujian Uncontrolled Rectifier

Pada pengujian ini, parameter yang diharapkan adalah mengetahui kemampuan full wave rectifier uncontrolled sebagai penyearah dari sumber ac menjadi dc, karena beban lampu yang duginakan adalah lampu DC. Pada rangkaian uncontrolled rectifier ini menggunakan filter C, untuk memperkecil ripple tegangan. Kapasitor yang digunakan adalah kapasitor 6800 mikro farad sejumlah enam buah. Berikut adalah rangkaian hardware dari rectifier:



Gambar 4. 7 Pengujian Uncontrolled Rectifier

Tabel 4.4 Data Pengujian Rectifier

Vin(V)	Vout(V)	Vteori	Error(%)
6	8.31	8.47	1.8
9	12.53	12.71	1.5
12	16.63	16.9	1.7

4.2.4 Pengujian Relay

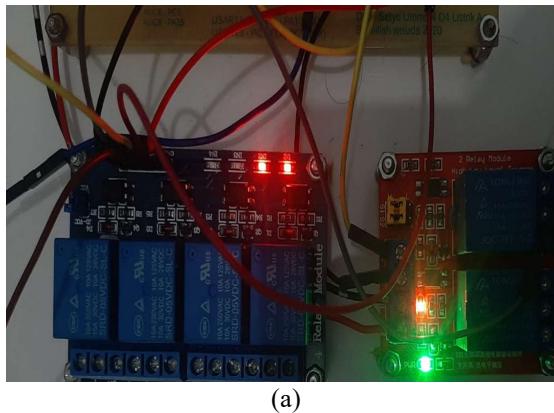
Relay pada ATS ini berfungsi untuk mengontrol peralihan suplai utama ke suplai cadangan. Terdapat dua buah relay utama yang digunakan untuk mengatur peralihan suplai, yaitu relay untuk suplai dari PLN dan yang kedua adalah relay untuk suplai dari baterai dan juga ada 4 relay beban untuk memutus dan menyambungkan beban. Untuk algoritma proses switching relay utama dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.5 Tabel Algoritma Switching relay

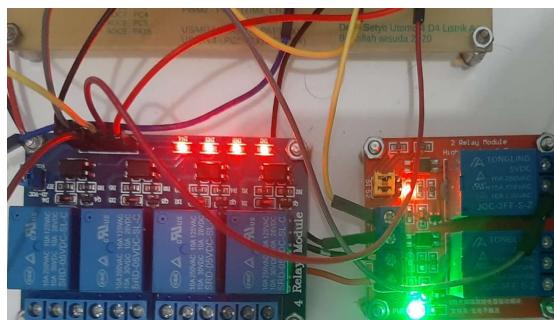
Kondisi	Supply		Beban Lampu			
	PLN	Baterai	Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3	Lampu 4
V<198	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF
198<=VPLN<=220	ON	OFF	ON	ON	ON	ON

Kondisi aktif dan tidaknya relay pada masing-masing relay dilihat dari lampu indicator yang ada pada relay, ketika kondisi relay aktif

maka lampu indicator akan menyala begitu pula saat relay tidak aktif maka lampu indicator akan mati. Untuk kondisi lampu indicator dapat dilihat pada Gambar 4.7.



(a)



(b)

Gambar 4.8

(a) Gambar Pengujian Relay Baterai ON

(b) Gambar Pengujian Relay PLN ON

Pengujian relay ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah program untuk relay yang dibuat sudah sesuai atau tidak dengan cara 30 kerja dari sistem yang dibuat. Untuk program untuk relay adalah sebagai berikut:

```

/*----- SUMBER PLN -----*/
if(teganganl >= 10.7 || HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC,GPIO_PIN_8)==1) {
    //RELAY SUMBER
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_2,GPIO_PIN_SET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_3,GPIO_PIN_RESET);

    //RELAY BEBAN
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_4,GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_5,GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_15,GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_6,GPIO_PIN_RESET);

    //CETAK LCD dan KIRIM BLUETOOTH
    lcd_gotoxy (11,1); lcd_puts("PLN      ");
    lcd_gotoxy (11,2); lcd_puts("4  ");

    i=1;

}

/*----- SUMBER BATERAI -----*/
if(teganganl < 10.7|| HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC,GPIO_PIN_9)==1) {           //
    //RELAY SUMBER
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_2,GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_3,GPIO_PIN_SET);

    //RELAY BEBAN
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_4,GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_5,GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_15,GPIO_PIN_SET);
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_6,GPIO_PIN_SET);

    //CETAK LCD
    lcd_gotoxy (11,1); lcd_puts("BATERAI   ");
    lcd_gotoxy (11,2); lcd_puts("2  ");

    i=0;
}

```

Gambar 4.9 Program Relay

4.3 Pengujian Integrasi Hardware Keseluruhan

Pengujian integrasi merupakan pengujian untuk menjalankan keseluruhan sistem dan mengambil data yang dibutuhkan. Pengujian ini merupakan tolak ukur keberhasilan Proyek Akhir ini, dan untuk hasilnya sudah baik dan sesuai dimana standar ATS untuk switchnya 0-6 detik menurut ANSI. Untuk switching dari relay beban juga berbarengan dengan relay sumber. Dapat dilihat rangkaianya seperti gambar di bawah ini :



(a)



(b)

Gambar 4. 10

- (a) Gambar Pengujian Integrasi Saat Relay PLN ON
- (b) Gambar Pengujian Integrasi Saat Relay Baterai ON

Tabel 4.6 Data Hasil pengujian Integrasi Sistem

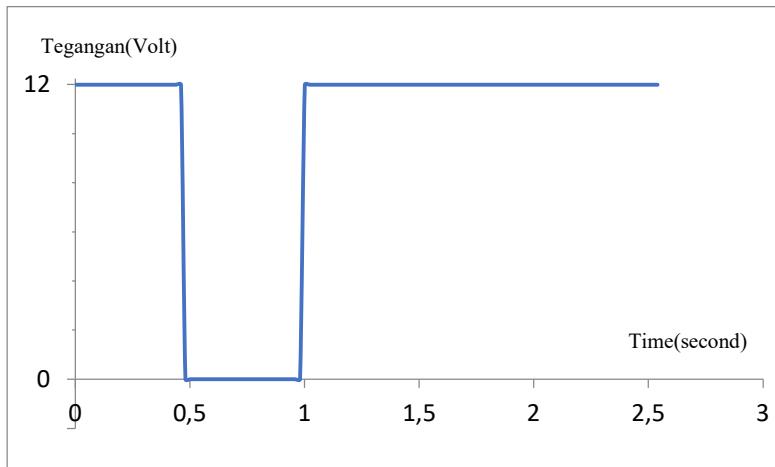
Tegangan	Kondisi	Time Respon(s)
V=0 volt	Relay PLN menjadi relay baterai	0,5
V=220 volt	Relay Baterai menjadi relay PLN	0,5

Selanjutnya adalah data pengujian jika terjadi gangguan undervoltage yaitu <198volt dan untuk waktu switchingnya juga tidak jauh berbeda dengan kondisi padam yaitu selama 0,5 detik.

Tabel 4.7 Data Pengujian Gangguan undervoltage

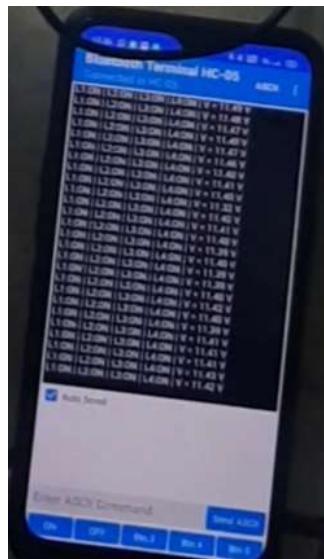
Tegangan(volt)	Kondisi suplai	Kondisi Lampu
190	Baterai	L1 L2 ON L3 L4 OFF
195	Baterai	L1 L2 ON L3 L4 OFF
197	Baterai	L1 L2 ON L3 L4 OFF
198	PLN	Semua lampu menyala
200	PLN	Semua lampu menyala
202	PLN	Semua lampu menyala
204	PLN	Semua lampu menyala
206	PLN	Semua lampu menyala
208	PLN	Semua lampu menyala
210	PLN	Semua lampu menyala
212	PLN	Semua lampu menyala
214	PLN	Semua lampu menyala
216	PLN	Semua lampu menyala
218	PLN	Semua lampu menyala
220	PLN	Semua lampu menyala

Berikut adalah **Gambar 4.11** yang merupakan tampilan kurva grafik time respon saat switching relay



Gambar 4.11 Grafik Time Respon Relay

Berikut adalah **Gambar 4.12** tampilan bluetooth yang terdiri atas besar tegangan dan jumlah lampu yang menyala :



Gambar 4. 12 Tampilan Bluetooth

Berikut adalah program dari bluetooth tersebut :

```
// KIRIM BLUETOOTH
if (i == 0){
    sprintf(buff_TX,"L1:ON | L2:ON | L3:OFF | L4:OFF | V = %.2f V\n", tegangan1);
    HAL_UART_Transmit(&huart3,(uint8_t *)buff_TX, strlen(buff_TX), 200);
}

if (i == 1){
    sprintf(buff_TX,"L1:ON | L2:ON | L3:ON | L4:ON | V = %.2f V\n", tegangan1);
    HAL_UART_Transmit(&huart3,(uint8_t *)buff_TX, strlen(buff_TX), 200);
}
```


BAB V

PENUTUP

Pada bab V merupakan kesimpulan dan saran setelah melakukan pengujian dan analisa pada proyek akhir ini.

5.1 Kesimpulan

Setelah melalui proses perencanaan, pembuatan, pengujian alat sehingga diperoleh beberapa data dari proyek akhir ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. *Automatic Transfer Switch* yang menggunakan sumber utama PLN dan sumber cadangan baterai memiliki kinerja yang sangat baik dan memiliki *time response* sesuai standar yaitu selama 0,5 detik peralihan dari sumber utama ke sumber cadangan dan sebaliknya.
2. ATS ini juga berhasil menyalakan sumber sesuai dengan perencanaan system, jika sumber utama ON maka 4 lampu yang akan menyala dan juga jika sumber cadangan maka hanya 2 lampu saja yang menyala.
3. Jumlah lampu yang menyala serta tegangan berhasil ditampilkan di *Bluetooth* melalui *smartphone*.

5.2 Saran

Dalam pengerjaan dan penyelesaian proyek akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan, pada perencanaan hingga proses pembuatan alat. Untuk memperbaiki kekurangan tersebut dan masukan untuk perbaikan sistem menjadi lebih sempurna maka dari itu:

1. Perencanaan sistem yang lebih tepat dan kesesuaian pembuatan dengan perencanaan agar hasilnya lebih optimal.
2. Spesifikasi dan karakteristik komponen perlu diperhatikan agar pembacaan sensor lebih baik lagi untuk mengurangi nilai error % yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Abdul Majid, Ir., MT. "Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Sebagai Panel Pelengkap Sistem Hybrid PLN-Sel Surya". Universitas Muhammadiyah Palembang.
- [2.] Clara Vandika. "Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Parameter Transisi Berupa Arus, Tegangan, dan Frekuensi dengan komunikasi IoT". Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2019. Proyek akhir yang disusun oleh Clara Vandika mahasiswa D3 Teknik Elektro Industri PENS. Proyek ini membahas tentang ATS dengan sumber PLN dan genset dengan masa peralihan 3 detik untuk PLN ke genset dan 4 detik untuk genset ke PLN.
- [3.] Daniel W.Hart, Power Electronics, (New York: McGraw-Hill, 2011).
- [4.] Eko Susanto. "Automatic Transfer Switch". Universitas Negeri Semarang. 2013. Jurnal Teknik Elektro Vol 5 no.1.
- [5.] Giniting, Paul Hendry,. dan Sinuraya, Enda Wista. 2014. Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16.
- [6.] Halida Muthia Palupi. "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (Ats) Berbasis Mikrokontroller Untuk Pos Pantau Keamanan" Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2020. Proyek akhir yang disusun oleh Halida Muthia Palupi mahasiswa D3 Teknik Elektro Industri PENS. Proyek ini membahas tentang ATS dengan sumber baterai dan genset dengan masa peralihan 2 detik untuk beban lampu dan 2.8 detik untuk beban kipas.
- [7.] Indrawan, AW, Hamma, 2012, Perancangan Panel ATS/AMF Berbasis Mikrokontroler, ELEKTRIKA, Vol2, hh 166- 176.
- [8.] Moh Alfan Alfian. "Desain dan Implementasi Automatic Transfer Switch Berbasis Mikrokontroller untuk Laboratorium Renewable Energy 5 Gedung Pascasarjana PENS". Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2018. Proyek akhir yang disusun oleh Moh Alfan Alfian mahasiswa D3 Teknik Elektro Industri PENS. Proyek ini membahas tentang ATS dengan baterai sebagai sumber utama dan PLN sebagai sumber cadangan dengan masa peralihan 2 detik.
- [9.] Paul Henry Ginting, Tejo Sukmadi, and Enda Wista. 2013. *Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Mode Transisi Open-Transition Re-Transfer Dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi*. Universitas Diponegoro.

- [10.] Sadi, Sumardi, dkk. "ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER CPM1A AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER CPM1A". Universitas Muhammadiyah Kota Tangerang. 2019. Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang, Vol. 8, No. 1.
- [11.] Sudiharto, Indhana dkk, Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN-Genset Berbasis PLC Dilengkapi Dengan Monitoring, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2011. Jurnal Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS.
- [12.] Utomo Hendro. 2016. *Implementasi Automatic Transfer Switch berbasis PLC pada laboratorium teknik elektronika jurusan teknik elektro universitas lampung*. Universitas Lampung.
- [13.] Zaidan, M.Zaidan, dkk. "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch Pada Sistem Charging Baterai Berbasis Kontrol PI". Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2020. Jurnal Poligrid Vol. 1 No. 2.

LAMPIRAN



```
/* USER CODE BEGIN Header */
/**



*****
* @file      : main.c
* @brief     : Main program body

*****



* @attention
*
* <h2><center>&copy; Copyright (c) 2021 STMicroelectronics.
* All rights reserved.</center></h2>
*
* This software component is licensed by ST under BSD 3-Clause
license,
* the "License"; You may not use this file except in compliance
with the
* License. You may obtain a copy of the License at:
*           opensource.org/licenses/BSD-3-Clause
*



*****



*/
/* USER CODE END Header */
/* Includes ----- */
#include "main.h"

/* Private includes ----- */

/* USER CODE BEGIN Includes */
#include "math.h"
#include "stdio.h"
#include "stdbool.h"
#include "string.h"
#include "stdlib.h"
#include "lcd_character.h"
#define SampleData 200
/* USER CODE END Includes */
```

```

/* Private typedef -----*/
/* USER CODE BEGIN PTD */
//-----ADC-----
    __IO uint16_t nilai_ADC[3];

    float adc1, Asq[SampleData], Asum, adc1_rms, tegangan1;
// variabel sensor tegangan
    float adc2, Bsq[SampleData], Bsum, adc2_rms, tegangan2;
// variabel sensor tegangan
    float adc3, Csq[SampleData], Csum, adc3_rms, arus; //
variabel sensor arus
    int k=0, i=2;
    char buff[50], buff2[50];

//-----BLUETOOTH-----
char buff_TX[50];
uint8_t rx_data[20];

/* USER CODE END PTD */

/* Private define -----*/
/* USER CODE BEGIN PD */
/* USER CODE END PD */

/* Private macro -----*/
/* USER CODE BEGIN PM */

/* USER CODE END PM */

/* Private variables -----*/
ADC_HandleTypeDef hadc1;
DMA_HandleTypeDef hdma_adc1;

TIM_HandleTypeDef htim14;

UART_HandleTypeDef huart3;
DMA_HandleTypeDef hdma_usart3_rx;
DMA_HandleTypeDef hdma_usart3_tx;

```

```
/* USER CODE BEGIN PV */

void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDefDef
*htim){
if (htim->Instance==TIM14){

    /*----ADC RMS 1----*/
    adc1 = nilai_ADC[0];
    Asum -=Asq[k];
    Asq[k] = adc1;
    Asum+=Asq[k];
    adc1_rms = Asum/SampleData;
    //Hasil dari kalibrasi
    tegangan1 = 0.0063*adc1_rms - 0.0813 ;

    /*----ADC RMS 2----*/
    adc2 = nilai_ADC[1];
    Bsum -=Bsq[k];
    Bsq[k] = adc2;
    Bsum+=Bsq[k];
    adc2_rms = Bsum/SampleData;
    tegangan2 = 0.0072*adc2_rms - 0.0362 ;

    /*----ADC RMS 3----*/
    adc3 = nilai_ADC[2];
    Csum -=Csq[k];
    Csq[k] = adc3;
    Csum+=Csq[k];
    adc3_rms = Csum/SampleData;;
    arus = 0.0076*adc3_rms - 25.352;

    k++;
    if(k >= SampleData)
        k=0;

}

}
```

```
/* USER CODE END PV */

/* Private function prototypes -----
 */
void SystemClock_Config(void);
static void MX_GPIO_Init(void);
static void MX_DMA_Init(void);
static void MX_ADC1_Init(void);
static void MX_TIM14_Init(void);
static void MX_USART3_UART_Init(void);
/* USER CODE BEGIN PFP */

/* USER CODE END PFP */

/* Private user code -----*/
/* USER CODE BEGIN 0 */

/* USER CODE END 0 */

/**
 * @brief The application entry point.
 * @retval int
 */
int main(void)
{
/* USER CODE BEGIN 1 */

/* USER CODE END 1 */

/* MCU Configuration-----*/
 */

/* Reset of all peripherals, Initializes the Flash interface and the
Systick. */
HAL_Init();

/* USER CODE BEGIN Init */

/* USER CODE END Init */
```

```
/* Configure the system clock */
SystemClock_Config();

/* USER CODE BEGIN SysInit */

/* USER CODE END SysInit */

/* Initialize all configured peripherals */
MX_GPIO_Init();
MX_DMA_Init();
MX_ADC1_Init();
MX_TIM14_Init();
MX_USART3_UART_Init();
/* USER CODE BEGIN 2 */
    lcd_init();
    HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim14);
    HAL_ADC_Start_DMA(&hadc1, (uint32_t*)nilai_ADC,3);
HAL_UART_Receive_DMA(&huart3,(uint8_t *) rx_data,2);
    lcd_gotoxy(0,0); lcd_puts("RANIA OKITA WIMARA");
    lcd_gotoxy(0,1); lcd_puts("Sumber : PLN ");
    lcd_gotoxy(0,2); lcd_puts("Lampu ON : 4 Buah");
    lcd_gotoxy(0,3); lcd_puts("Tegangan : ");
/* USER CODE END 2 */

/* Infinite loop */
/* USER CODE BEGIN WHILE */
while (1)
{
/* USER CODE END WHILE */

/* USER CODE BEGIN 3 */
        /*----- SUMBER PLN -----*/
        if(tegangan1 >= 10.7 ||
HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC,GPIO_PIN_8)==1{

        // tegangan1 > 10.7 ||
HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC,GPIO_PIN_8)==1
        //RELAY SUMBER
```

```

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_2,GPIO_PIN_S
ET);

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_3,GPIO_PIN_R
ESET);

        //RELAY BEBAN

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_4,GPIO_PIN_R
ESET);

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_5,GPIO_PIN_R
ESET);

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_15,GPIO_PIN_
RESET);

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_6,GPIO_PIN_R
ESET);

        //CETAK LCD dan KIRIM
BLUETOOTH

        led_gotoxy (11,1); led_puts("PLN      ");
        led_gotoxy (11,2); led_puts("4 ");

        i=1;

    }

/*----- SUMBER BATERAI --
-----*/
        if(tegangan1 < 10.7||
HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC,GPIO_PIN_9)==1){
                                //
tegangan1 <= 10.7
        HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC,GPIO_PIN_9)==1
                                //RELAY SUMBER

        HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_2,GPIO_PIN_R
ESET);

```

```

    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_3,GPIO_PIN_S
ET);

        //RELAY BEBAN

    HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_4,GPIO_PIN_R
ESET);

    HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_5,GPIO_PIN_R
ESET);

    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_15,GPIO_PIN_S
ET);

    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_6,GPIO_PIN_S
ET);

        //CETAK LCD
        lcd_gotoxy (11,1); lcd_puts("BATERAI
");
        lcd_gotoxy (11,2); lcd_puts("2 ");

        i=0;
    }

    // KIRIM BLUETOOTH
    if (i == 0){
        sprintf(buff_TX,"L1:ON | L2:ON
| L3:OFF | L4:OFF | V = %.2f V\n", tegangan1);

        HAL_UART_Transmit(&huart3,(uint8_t *)buff_TX,
strlen(buff_TX), 200);
    }

    if (i == 1){
        sprintf(buff_TX,"L1:ON | L2:ON
| L3:ON | L4:ON | V = %.2f V\n", tegangan1);

        HAL_UART_Transmit(&huart3,(uint8_t *)buff_TX,
strlen(buff_TX), 200);
    }

```

```

        }

        sprintf(buff, "%0.2f", tegangan1);
        lcd_gotoxy (11,3); lcd_puts(buff);

        HAL_Delay(500);
    }
/* USER CODE END 3 */
}

/**
 * @brief System Clock Configuration
 * @retval None
 */
void SystemClock_Config(void)
{
    RCC_OscInitTypeDef RCC_OscInitStruct = {0};
    RCC_ClkInitTypeDef RCC_ClkInitStruct = {0};

    /** Configure the main internal regulator output voltage
    */
    __HAL_RCC_PWR_CLK_ENABLE();

    HAL_PWR_VOLTAGESCALING_CONFIG(PWR_REGULATOR_VOLTAGE_SCALE1);

    /* Initializes the RCC Oscillators according to the specified
    parameters
     * in the RCC_OscInitTypeDef structure.
    */
    RCC_OscInitStruct.OscillatorType =
    RCC_OSCILLATORTYPE_HSE;
    RCC_OscInitStruct.HSEState = RCC_HSE_ON;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLState = RCC_PLL_ON;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLSource = RCC_PLLSOURCE_HSE;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLM = 4;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLN = 168;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLP = RCC_PLLP_DIV2;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLQ = 4;
    if (HAL_RCC_OscConfig(&RCC_OscInitStruct) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
}

```

```

}

/** Initializes the CPU, AHB and APB buses clocks
 */
RCC_ClkInitStruct.ClockType =
RCC_CLOCKTYPE_HCLK|RCC_CLOCKTYPE_SYSCLK
|RCC_CLOCKTYPE_PCLK1|RCC_CLOCKTYPE_PCLK2;
RCC_ClkInitStruct.SYSCLKSource =
RCC_SYSCLKSOURCE_PLLCLK;
RCC_ClkInitStruct.AHBCLKDivider = RCC_SYSCLK_DIV1;
RCC_ClkInitStruct.APB1CLKDivider = RCC_HCLK_DIV4;
RCC_ClkInitStruct.APB2CLKDivider = RCC_HCLK_DIV2;

if (HAL_RCC_ClockConfig(&RCC_ClkInitStruct,
FLASH_LATENCY_5) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}

/** @brief ADC1 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_ADC1_Init(void)
{

/* USER CODE BEGIN ADC1_Init 0 */

/* USER CODE END ADC1_Init 0 */

ADC_ChannelConfTypeDef sConfig = {0};

/* USER CODE BEGIN ADC1_Init 1 */

/* USER CODE END ADC1_Init 1 */
/** Configure the global features of the ADC (Clock, Resolution,
Data Alignment and number of conversion)
*/
hadc1.Instance = ADC1;
}

```

```
hadc1.Init.ClockPrescaler = ADC_CLOCK_SYNC_PCLK_DIV4;
hadc1.Init.Resolution = ADC_RESOLUTION_12B;
hadc1.Init.ScanConvMode = ENABLE;
hadc1.Init.ContinuousConvMode = ENABLE;
hadc1.Init.DiscontinuousConvMode = DISABLE;
hadc1.Init.ExternalTrigConvEdge =
ADC_EXTERNALTRIGCONVEDGE_NONE;
hadc1.Init.ExternalTrigConv = ADC_SOFTWARE_START;
hadc1.Init.DataAlign = ADC_DATAALIGN_RIGHT;
hadc1.Init.NbrOfConversion = 3;
hadc1.Init.DMAContinuousRequests = ENABLE;
hadc1.Init.EOCSelection = ADC_EOC_SINGLE_CONV;
if (HAL_ADC_Init(&hadc1) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/** Configure for the selected ADC regular channel its
corresponding rank in the sequencer and its sample time.
*/
sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_4;
sConfig.Rank = 1;
sConfig.SamplingTime = ADC_SAMPLETIME_480CYCLES;
if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/** Configure for the selected ADC regular channel its
corresponding rank in the sequencer and its sample time.
*/
sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_0;
sConfig.Rank = 2;
if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/** Configure for the selected ADC regular channel its
corresponding rank in the sequencer and its sample time.
*/
sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_1;
sConfig.Rank = 3;
sConfig.SamplingTime = ADC_SAMPLETIME_3CYCLES;
```

```
if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/* USER CODE BEGIN ADC1_Init 2 */

/* USER CODE END ADC1_Init 2 */

}

/**
 * @brief TIM14 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_TIM14_Init(void)
{

/* USER CODE BEGIN TIM14_Init 0 */

/* USER CODE END TIM14_Init 0 */

TIM_OC_InitTypeDef sConfigOC = {0};

/* USER CODE BEGIN TIM14_Init 1 */

/* USER CODE END TIM14_Init 1 */
htim14.Instance = TIM14;
htim14.Init.Prescaler = 0;
htim14.Init.CounterMode = TIM_COUNTERMODE_UP;
htim14.Init.Period = 4199;
htim14.Init.ClockDivision = TIM_CLOCKDIVISION_DIV1;
htim14.Init.AutoReloadPreload =
TIM_AUTORELOAD_PRELOAD_DISABLE;
if (HAL_TIM_Base_Init(&htim14) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
if (HAL_TIM_OC_Init(&htim14) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
```

```

    }

sConfigOC.OCMode = TIM_OCMODE_TIMING;
sConfigOC.Pulse = 0;
sConfigOC.OCPolarity = TIM_OCPOLARITY_HIGH;
sConfigOC.OCFastMode = TIM_OCFAST_DISABLE;
if (HAL_TIM_OC_ConfigChannel(&htim14, &sConfigOC,
TIM_CHANNEL_1) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/* USER CODE BEGIN TIM14_Init 2 */

/* USER CODE END TIM14_Init 2 */

}

/***
 * @brief USART3 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_USART3_UART_Init(void)
{

/* USER CODE BEGIN USART3_Init 0 */

/* USER CODE END USART3_Init 0 */

/* USER CODE BEGIN USART3_Init 1 */

/* USER CODE END USART3_Init 1 */
huart3.Instance = USART3;
huart3.Init.BaudRate = 9600;
huart3.Init.WordLength = UART_WORDLENGTH_8B;
huart3.Init.StopBits = UART_STOPBITS_1;
huart3.Init.Parity = UART_PARITY_NONE;
huart3.Init.Mode = UART_MODE_TX_RX;
huart3.Init.HwFlowCtl = UART_HWCONTROL_NONE;
huart3.Init.OverSampling = UART_OVERSAMPLING_16;
if (HAL_UART_Init(&huart3) != HAL_OK)
{
}

```

```

    Error_Handler();
}
/* USER CODE BEGIN USART3_Init 2 */

/* USER CODE END USART3_Init 2 */

}

/***
 * Enable DMA controller clock
 */
static void MX_DMA_Init(void)
{
    /* DMA controller clock enable */
    __HAL_RCC_DMA2_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_DMA1_CLK_ENABLE();

    /* DMA interrupt init */
    /* DMA1_Stream1_IRQHandler interrupt configuration */
    HAL_NVIC_SetPriority(DMA1_Stream1_IRQn, 0, 0);
    HAL_NVIC_EnableIRQ(DMA1_Stream1_IRQn);
    /* DMA1_Stream3_IRQHandler interrupt configuration */
    HAL_NVIC_SetPriority(DMA1_Stream3_IRQn, 0, 0);
    HAL_NVIC_EnableIRQ(DMA1_Stream3_IRQn);
    /* DMA2_Stream0_IRQHandler interrupt configuration */
    HAL_NVIC_SetPriority(DMA2_Stream0_IRQn, 0, 0);
    HAL_NVIC_EnableIRQ(DMA2_Stream0_IRQn);

}

/***
 * @brief GPIO Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_GPIO_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct = {0};

    /* GPIO Ports Clock Enable */

```

```

__HAL_RCC_GPIOH_CLK_ENABLE();
__HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();
__HAL_RCC_GPIOC_CLK_ENABLE();
__HAL_RCC_GPIOD_CLK_ENABLE();

/*Configure GPIO pin Output Level */
HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,
GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_3|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_15,
GPIO_PIN_RESET);

/*Configure GPIO pin Output Level */
HAL_GPIO_WritePin(GPIOC, GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_5,
GPIO_PIN_RESET);

/*Configure GPIO pin Output Level */
HAL_GPIO_WritePin(GPIOD,
GPIO_PIN_0|GPIO_PIN_1|GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_3
|GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_5|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_7,
GPIO_PIN_RESET);

/*Configure GPIO pins : PA2 PA3 PA6 PA15 */
GPIO_InitStruct.Pin =
GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_3|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_15;
GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStruct);

/*Configure GPIO pins : PC4 PC5 */
GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_5;
GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
HAL_GPIO_Init(GPIOC, &GPIO_InitStruct);

/*Configure GPIO pins : PD0 PD1 PD2 PD3
PD4 PD5 PD6 PD7 */
GPIO_InitStruct.Pin =
GPIO_PIN_0|GPIO_PIN_1|GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_3

```

```

|GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_5|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_7;
GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
HAL_GPIO_Init(GPIOD, &GPIO_InitStruct);

}

/* USER CODE BEGIN 4 */

/* USER CODE END 4 */

/**
 * @brief This function is executed in case of error occurrence.
 * @retval None
 */
void Error_Handler(void)
{
    /* USER CODE BEGIN Error_Handler_Debug */
    /* User can add his own implementation to report the HAL error
       return state */
    __disable_irq();
    while (1)
    {
    }
    /* USER CODE END Error_Handler_Debug */
}

#ifndef USE_FULL_ASSERT
/**
 * @brief Reports the name of the source file and the source line
 * number
 *      where the assert_param error has occurred.
 * @param file: pointer to the source file name
 * @param line: assert_param error line source number
 * @retval None
 */
void assert_failed(uint8_t *file, uint32_t line)
{
    /* USER CODE BEGIN 6 */

```

```
/* User can add his own implementation to report the file name
and line number,
ex: printf("Wrong parameters value: file %s on line %d\r\n",
file, line) */
/* USER CODE END 6 */
}

#endif /* USE_FULL_ASSERT */

/****************** (C) COPYRIGHT STMicroelectronics
*****END OF FILE****/
```

BIODATA PENULIS



Nama : Rania Okita Wimara
Tempat, Tanggal Lahir : Probolinggo, 29 Oktober 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Asal : Jalan Mawar Muda 10 Kota
Probolinggo
No. Telp : 087792094023

Riwayat Pendidikan :

- | | | |
|----|--|-------------|
| 1. | SDN Sukabumi 2 | 2006 - 2012 |
| 2. | SMPN 1 Probolinggo | 2012 - 2015 |
| 3. | SMA Taruna Dra. Zulachha | 2015 - 2018 |
| 4. | Politeknik Elektronika Negeri Surabaya | 2018 - 2021 |

Pengalaman Organisasi :

1. Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Industri 2019-2021
 2. Electric Vehicle Community 2019-2021
 3. Purna Paskibraka Indonesia Probolinggo 2017-2022
 4. GenBI 2021-2022