

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL SUPLAI BEBAN PLTS
MENGUNAKAN *PULSE WIDTH MODULATION* (PWM) DAN *REAL
TIME CLOCK* (RTC)**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknik Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

SHITI QAMARIAH KAMSUL SUHAFLAM 442 17 004
NUR INTAN MAYASARI 442 17 019

**PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2021**

HALAMAN PEGESAHAN

Skripsi ini dengan judul "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suplai Beban PLTS Menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM) Dan Real Time Clock (RTC)*" oleh Shiti Qamariah Kamsul Suhafham NIM 442 17 004 dan Nur Intan Mayasari NIM 442 17 019 telah diterima dan di sahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

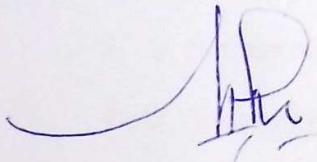
Makassar,

2021

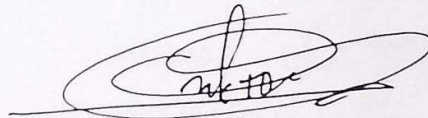
Mengesahkan,

Pembimbing I,

Pembimbing II



Ir. Andareas Pangkung, M.T.
NIP. 19620828 198903 1 003



Sukma Abadi, S.T., M.T.
NIP. 1971024 200312 1 0001

Mengetahui,

a.n Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D.
NIP. 19741106 200212 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Jumat 24 September 2021, tim penguji seminar skripsi telah menerima hasil seminar skripsi oleh mahasiswa: Shiti Qamariah Kamsul S. NIM 44217004 dan Nur Intan Mayasari NIM 44217019 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Suplai Beban PLTS Menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM) Dan *Real Time Clock* (RTC)”.

Makassar, 24 September 2021

Tim Seminar Skripsi:

1. Dr. Jumadi Tangko, M.Pd.

Ketua

2. Sonong, S.T., M.T.

Sekretaris

3. Ir. Herman N, M.T.

Anggota 1

4. Ir. Andareas Pangkung, M.T.

Pembimbing I

5. Sukma Abadi, S.T., M.T.

Pembimbing II

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan Proposal Skripsi ini yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Kontrol Suplai Beban PLTS Menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM) Dan Real Time Clock (RTC)*”** dapat diselesaikan dengan baik.

Kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan proposal skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudara kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Ir. Chandra Buana, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pembangkit Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Ir. Andareas Pangkung, M.T. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
7. Bapak Sukma Abadi, S.T, M.T. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
8. Bapak Ir. Firman, M.T. selaku Wali Kelas.
9. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Pembangkit Energi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama melaksanakan perkuliahan, dan

telah membantu dalam menyediakan fasilitas dan sarana dalam mengerjakan proposal skripsi.

10. Bapak Daniel yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan tambahan kepada kami.
11. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2017 yang telah menjadi saudara-saudaraku serta banyak memberikan motivasi, bantuan serta doanya, selama berada di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
12. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Pembangkit Energi angkatan 2017 yang sudah memberikan supportnya selama ini
13. Buat semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu-persatu yang berjasa dalam penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih kurang sempurna, sehingga kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Makassar, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL, SATUAN dan SINGKATAN	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xv
RINGKASAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang	1
1.2 RumusanMasalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Sel Surya	6
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Produksi Energi PLTS	7
2.4 Komponen-Komponen Pembangkit Tenaga Listrik	9
2.4.1 Modul Surya	9

2.4.2 Solar Charge Controler (SCC) atau Battery Charge Controler (BCC).....	12
2.4.3 Baterai	13
2.5 PWM (Pulse Width Modulation).....	14
2.5.1 Siklus Kerja PWM (PWM Duty Cycle)	15
2.5.2 Frekuensi PWM (PWM Frecuency)	16
2.5.3 Perbedaan Siklus Kerja (Duty Cycle) dengan Frekuensi sinyal PWM.....	17
2.5.4 Menghitung tegangan <i>output</i> sinyal PWM	17
2.6 Arduino	18
2.6.1 Pengertian Arduino	18
2.6.2 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno	20
2.6.3 Catu Daya	21
2.6.4 Memori	22
2.6.5 Komunikasi	22
2.6.6 Software Arduino	23
2.7 RTC (Real Time Clock)	24
2.8 Driver Motor BTS 7960.....	25
2.9 Lampu LED.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Alat dan Bahan	30
3.2.1 Alat.....	30
3.2.1 Bahan.....	30
3.3 Langkah-Langkah Penelitian	31
3.4 Tahap Perancangan.....	32
3.4.1 Perancangan Konsrtuksi.....	32
3.4.1.1 Konstruksi Rangka PLTS	32
3.4.1.2 Perancangan Kelistrikan	35
3.4.2Perancangan Pemrograman	36
3.5 Tahap Pembuatan dan Perakitan	39

3.6	Prosedur Pengujian	39
3.7	Pengumpulan Data	40
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Perancangan.....	41
4.1.1	Rancangan Sitem Kelistrikan.....	41
4.1.2	Rancangan Konstruksi.....	43
4.2	Pengujian	45
4.3	Data Aplikasi	47
4.4	Hasil Pengujian.....	51
4.4.1	Pengujian Modul RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	52
4.4.2	Pengujian Driver dan PWM.....	53
4.4.3	Pengujian <i>Power Supply</i>	57
4.4.4	Pengujian Mikrokontroller Arduino Uno	58
4.4.5	Menghitung Daya Lampu LED.....	59
4.4.6	Pengujian Pengisian Baterai	61
BAB V KESIMPULAN		64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		67



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancana dan jadwal kerja	29
Tabel 3.2 Parameter-Parameter yang Akan Diukur dalam Pengujian.....	40
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Controller tanpa RTC.....	41
Tabel 4.2 Perhitungan Kebutuhan Energi LED DC	41
Tabel 4.3 Rangkuman Komponen yang Akan Digunakan dari Rancangan Sistem PLTS.....	43
Tabel 4.4 Hasil Analisis Data Pengujian Panel Surya Pada Hari Kedua.....	49
Tabel 4.5 Pengujian Modul RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	52
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Controller Tanpa RTC	53
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Daya	54
Tabel 4.8 Pengujian Tegangan <i>Output Power Supply</i>	57
Tabel 4.9 Hasil Analisis Data Pengujian Lampu LED Hari Keenam.....	59
Tabel 4.10 Hasil Data Pengisian Baterai Pada Hari Ketujuh dengan Cuaca Mendung	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Sel Surya	9
Gambar 2.2 <i>Monocrystalline</i>	11
Gambar 2.3 <i>Polycrystalline</i>	11
Gambar 2.4 Gelombang PWM.....	15
Gambar 2.5 sinyal PWM dengan siklus kerja 60%.....	16
Gambar 2.6 Arduino Uno.....	19
Gambar 2.7 Kabel USB Arduino Uno.....	23
Gambar 2.8 Tampilan Software IDE Arduino	24
Gambar 2.9 RTC.....	25
Gambar 2.10 BTS 7960 Driver 43 A H-Bridge Drive PWM.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 Panel Surya.....	33
Gambar 3.3 LED.....	33
Gambar 3.4 Baterai Lithium 16.8 V	33
Gambar 3.5 Headshing LED	34
Gambar 3.6 Rangka Panel Dari Beberapa Sisi.....	34
Gambar 3.7 Rancangan Skripsi Keseluruhan.....	35
Gambar 3.8 Skema PLTS Untuk Membebani Lampu <i>DC</i>	36
Gambar 3.9 Diagram Blok Pemrograman.....	36
Gambar 3.10 <i>Flow Chart</i> Pemrograman.....	38
Gambar 3.11 Skematik Kontroller Keseluruhan	39

Gambar 3.12 Wiring Diagram.....	39
Gambar 4.1 Rangka Panel Surya Setelah Dipasang	44
Gambar 4.2 Komponen Penunjang Konstruksi Rangka Panel.....	45
Gambar 4.3 Controller Pengaturan Pembebanan pada PLTS	46
Gambar 4.4 Lampu Jalan dengan Menggunakan Controller	47
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Daya Output Panel Surya Terhadap Waktu	50
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Panel Surya Terhadap Waktu	51
Gambar 4.7 Selisih Waktu Real dan Waktu RTC Pada Program.....	52
Gambar 4.8 Rangkaian RTC pada Controller	53
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara PWM dan Daya.....	55
Gambar 4.10 Rangkaian Driver BTS pada Controller.....	55
Gambar 4.11 Sinyal PWM dengan Siklus Kerja 37.5%.....	56
Gambar 4.12 Rangkaian Power Supply pada Controller	57
Gambar 4.13 Uploading Program Arduino.....	58
Gambar 4.14 Rangkaian Arduino pada Controller.....	58
Gambar 4.15 Rangkaian SCC pada Controller	61
Gambar 4.16 Baterai Lithium 16.8 V	61
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Waktu Pengisian Daya Terhadap Tegangan.....	62
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Tegangan Baterai Terhadap Intensitas Matahari.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Pertama	68
Lampiran 2 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Kedua.....	69
Lampiran 3 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Ketiga.....	70
Lampiran 4 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Keempat.....	71
Lampiran 5 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Kelima.....	72
Lampiran 6 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Keenam	73
Lampiran 7 Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Tujuh.....	74
Lampiran 8 Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Pertama	75
Lampiran 9 Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Kedua.....	76
Lampiran 10 Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Ketiga	77
Lampiran 11 Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Keempat.....	78
Lampiran 12 Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Kelima	79
Lampiran 13 Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Keenam.....	80
Lampiran 14 Listing Program Arduino.....	81
Lampiran 15 Dokumentasi Kegiatan	85

DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN
SKRIPSI

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
kWp	-	Energi total yang dihasilkan
kWh	-	Energi yang dihasilkan/jam
E_0	KWh	Energi yang ingin diproduksi
H_0	kWh/m ² /hari	Tingkat radiasi matahari di lokasi
I_0	1 kW/m ²	Standard iradiasi
H	%	Efisiensi sistem modul
C_f	-	Faktor koreksi temperature
PSH	-	Peak sun hour minimum dalam periode
η_{sm}	-	Efisiensi total system
PWM-MPPT	-	<i>Pulse Width Modulation</i> <i>Maximum Power Point Tracking</i>
DoD	-	<i>Depth of Discharge</i>
PWM	-	<i>Pulse Width Modulation</i>
ADC	-	<i>Analog to Digital Converter</i>

t_{ON}	S	Waktu <i>ON</i> atau Waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi
t_{OFF}	S	Waktu <i>OFF</i> atau Waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah
t_{total}	S	periode satu gelombang



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : ShitiQamariah Kamsul Suhaflam
NIM : 442 17 004
Program Studi : D4 Teknik Pembangkit Energi
Tempat/Tgl.Lahir : Bamba / 31 Agustus 1999
Alamat : Jl. Perintis Kemerekaan VII no 58A

Dengan ini menyatakan :

A. Tugas Akhir/Skripsi yang berjudul:

“Rancang bangun sistem kontrol suplai beban PLTS dengan menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM)* dan *Real Time Clock (RTC)*”

Adalah benar disusun/dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti- bukti yang kuat ternyata Tugas Akhir/Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa Tugas Akhir/Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal.

B. Bahwa seluruh dokumen (copy ijazah,copy transkrip nilai) dan lain-lain sebagai persyaratan sidang adalah asli milik saya pribadi dan dapat saya pertanggung jawabkan keasliannya.

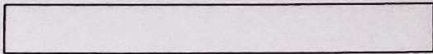
Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar, ^{20 September}.....2021

Hormat Saya,



(Shiti Qamariah Kamsul Suhaflam)



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Nur Intan Mayasari
NIM : 442 17 019
Program Studi : D4 Teknik Pembnagkit Energi
Tempat/Tgl.Lahir : Makassar / 02 Juli 2000
Alamat : Jl. Poltek Unhas

Dengan ini menyatakan :

A. Tugas Akhir/Skripsi yang berjudul:

“Rancang bangun sistem kontrol suplai beban PLTS dengan menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM)* dan *Real Time Clock (RTC)*”

Adalah benar disusun/dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti- bukti yang kuat ternyata TugasAkhir/Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa TugasAkhir/Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal.

B. Bahwa seluruh dokumen (copy ijazah,copy transkrip nilai) dan lain-lain sebagai persyaratan sidang adalah asli milik saya pribadi dan dapat saya pertanggung jawabkan keasliannya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar, 20 September.....2021

Hormat Saya,



(Nur Intan Mayasari)

ABSTRAK

Semakin meningkatnya kebutuhan energy saat ini membuat masyarakat lebih memilih untuk mengembangkan energy alternative. Matahari sebagai sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, energi matahari sekitar 1.000 Watt/m². Murah nya sumber energi matahari menyebabkan banyak pihak yang memanfaatkan energinya, salah satunya adalah untuk penerangan lampu jalan. Terbatasnya waktu matahari untuk menghasilkan energi sehingga energi matahari disimpan dalam baterai agar dapat digunakan pada malam hari. Namun baterai juga memiliki keterbatasan dalam menyimpan energi yang mengakibatkan kurang efisiennya penggunaan PLTS. Oleh karenanya dibutuhkan pengaturan pembebanan menggunakan kontroler yang mampu mengatur berapa energi yang harus dikeluarkan oleh baterai sesuai dengan kebutuhan saat itu sehingga tidak ada lagi pengeluaran baterai yang sia-sia. Dengan adanya kontroler ini akan menjadikan energy alternative lebih efisien digunakan. Pembuatan alat dimulai dengan mencari beberapa referensi komponen yang mampu menjadi bahan utama, selanjutnya melakukan perakitan dan pengujian alat secara continyu untuk melihat apakah controller berjalan sesuai keinginan. Diharapkan alat ini mampu diaplikasikan di jalan-jalan maupun tempat lain yang membutuhkan pengaturan suplai beban. Hasil pengujian selama proses pembuatan alat membuktikan dengan adanya controller pengatur suplai beban menjadikan baterai lebih efisien digunakan, Jika pada umumnya Baterai Lithium 16.8 V/10 Ah dibebani LED 23 Watt maka hanya bekerja selama 6 jam, namun karena adanya controller yang terhubung ke baterai dan beban maka baterai mampu bertahan hingga 12 jam. Jika pagi hari beban akan otomatis berhenti tersuplai dan pengisian baterai juga akan berlangsung jika matahari sudah mulai bersinar, begitulah system kerja alat ini secara terus menerus.

Kata kunci : Energi Alternatif, PLTS, Baterai, Kontroller, Suplai Beban.

ABSTRACT

The increasing need for energy makes people prefer to develop alternative energy. The sun as the main source of energy to the earth's surface. In sunny weather conditions, solar energy is about 1000 Watt/m². The cheap source of solar energy causes many parties to use its energy, one of which is for street lamp lighting. The limited time of the sun to produce energy so that solar energy is stored in batteries so that it can be used at night. However, the battery also has limitations in storing energy which results in less efficient use of PLTS. Therefore, it is necessary to adjust the loading using a controller that is able to regulate how much energy the battery must release according to the needs at that time so that there is no more wasted battery expenditure. With this controller, alternative energy will be used more efficiently. Making the tool begins by looking for some reference components that are capable of being the main material, then doing assembly and continuous testing of the tool to see if the controller runs as desired. It is hoped that this tool can be applied on roads and other places that require load supply regulation. The test results during the tool making process prove that the presence of a load supply regulator controller makes the battery more efficient to use.

Keywords: *Alternative Energy, PLTS, Battery, Controller, Load Supply.*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi menjadi salah satu aspek penting kehidupan, dimana jika tidak terpenuhi akan berdampak pada kelangsungan hidup manusia. salah satu bentuk energi adalah energi listrik. Sumber energi dari bahan bakar fosil dunia tidak dapat menopangkebutuhan energi untuk beberapa decademendatang dan karenanya kebutuhan akan energialternatif yang murah sangat diperlukan.

Cahaya matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima energi matahari sekitar 1.000 Watt/m². Kurang dari 30% energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, 0,25 % ditampung angin, gelombang, dan arus,serta0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi(Widayana, G. 2012).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau energi surya kini sudah banyak dikembangkan.Konsepnya sederhana, yaitu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. PLTS terdiri dari panel surya atau modul surya, baterai, regulator atau kontroler, dan konstruksi penyangga modul. Panel surya merupakan modul yang terdiri dari beberapa sel surya yang digabung dan dihubungkan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Rangkaian kontroler pengisian baterai dalam sistem energi surya merupakan rangkaian elektronik yang

mengatur proses pengisian baterai. Tentu saja proses pengisian itu akan berlangsung saat ada cahaya matahari (Widodo, D. A., & Andrasto, T. 2010).

Baterai merupakan media penyimpan energi sementara bila sewaktu-waktu panel tidak mendapatkan cukup sinar matahari atau untuk penggunaan listrik malam hari. Namun, pengoperasian dan pemeliharaan yang kurang tepat dapat menyebabkan umur baterai berkurang lebih cepat dari yang direncanakan. dampak terkecilnya adalah baterai tidak dapat dioperasikan sesuai kapasitasnya.

Terbatasnya penyimpanan pada baterai mengakibatkan kurang efisiennya penggunaan PLTS. Saat ini sedang dikembangkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban, namun hal ini belum mampu mengatasi permasalahan lamanya waktu penggunaan baterai untuk mensuplai beban.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah kontroler yang mampu mengatur penggunaan baterai secara otomatis untuk menyuplai listrik ke beban sesuai dengan keperluannya tanpa harus mengkhawatirkan penggunaan baterai yang sia-sia. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan teknologi pembangkit listrik yang bersumber dari energi matahari guna mensuplai energi listrik ke beban. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran dan masukan tentang pengembangan teknologi PLTS dan dapat mendukung program nasional dalam mengatasi krisis energi di Indonesia. Oleh sebab itu, penulis mengangkat sebuah judul “*Rancang Bangun Sistem Kontrol Suplai Beban PLTS Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) dan Real Time Clock (RTC)*”

yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan kontinuitas penyaluran energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas pada skripsi ini, yaitu:

1. Bagaimana menghemat penggunaan baterai pada PLTS?
2. Bagaimana penggunaan controller untuk penghematan pada baterai?
3. Bagaimana PLTS mengalirkan arus ke baterai dengan kondisi cuaca yang minim?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari skripsi ini adalah dengan menggunakan beban lampu LED DC 16.8 Volt

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Menghemat penggunaan baterai pada PLTS.
2. Mengatur penggunaan controller untuk penghematan pada baterai.
3. Mengatur aliran arus PLTS ke baterai dengan kondisi cuaca yang minim.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan ini sebagai berikut:

1. Untuk menghemat penggunaan baterai agar dapat mensuplai beban lebih lama.

2. Sebagai referensi dalam pengembangan teknologi pembangkitan energi terbarukan, khususnya PLTS dan untuk menjaga kontinuitas suplai energi listrik.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Widodo, D. A., & Andrasto, T. (2010). Telah melakukan penelitian dengan memanfaatkan energy matahari sebagai energy listrik lampu pengatur lalu lintas. Hasil dari penelitian ini menjadi inovasi teknologi untuk menghasilkan energy listrik pensuply lampu lalu lintas dengan sumber energy matahari.

Marinus, F., Yulianti, B., & Haryanti, M. (2020). Telah melakukan penelitian sistem penyiraman tanaman berdasarkan waktu menggunakan RTC berbasis arduino uno pada tanaman tomat. Hasil dari penelitian ini sangat membantu petani untuk penyiraman tanaman secara otomatis bekerja dengan *set point* yang sudah ditentukan sebelumnya dan arduino uno sebagai pengontrol inti dalam pengoperasian alat otomatis ini.

Mulyadi, C. D. (2020). Juga telah melakukan perancangan pengendalian lampu berbasis arduino uno dengan dimmer lampu. Penelitian ini menjadi sebuah alternatif pengontrolan dan monitoring lampu dengan alat kontrol lampu yang dapat mengendalikan cahaya lampu yang berbedadengan menggunakan arduino uno sebagai pengatur cahaya lampu.

Winardi, S., & Kamisutara, M. (2016). Telah melakukan penelitian pengendali tanpa kabel lampu dimmer LED menggunakan microcontroller dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*). Hasil dari penelitian ini adalah kecerahan lampu dimmer LED dapat diatur dengan *duty cycle* yang berbeda untuk menghasilkan nyala yang maksimum ataupun minimum pada lampu.

Sihaloho, D. F. (2014). Telah melakukan penelitian kendali kecerahan lampu menggunakan *fuzzy logic* dan monitoring berbasis *Labview*. Hasil dari penelitian ini adalah memudahkan manusia dalam mengetahui penggunaan energi. Keamanan juga sangat penting untuk menjadi perhatian, agar bisa mengetahui apakah ada koneksi pengkabelan yang putus pada plant *smart building*, sehingga terhindar dari hubungan singkat arus listrik dan keamanan masih dapat terjaga. Dengan menggunakan sistem otomatis dengan memanfaatkan kendali *fuzzy logic*. Penggunaan *fuzzy logic* ditujukan agar didapat nilai kecerahan lampu yang tepat sesuai dengan kondisi kecerahan ruangan.

2.2 Sel Surya

Sel surya (*Solar cell*) atau sel fotovoltaik berasal dari bahasa Inggris yaitu "*photovoltaic*". *Photovoltaic* berasal dari dua kata yaitu "*photo*" yang berarti cahaya dan kata "*volt*" adalah nama satuan pengukuran tegangan listrik. Sel surya (*Solar cell*) merupakan sebuah divais semikonduktor yang memiliki permukaan luas dan terdiri dari rangkaian diode tipe "p" dan "n", yang mampu merubah energi matahari menjadi energi listrik. Sel surya (*Solar cell*) bergantung pada efek fotovoltaik untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan (Mangapul, J. 2016).

Prinsip Kerja Fotovoltaik adalah apabila suatu bahan semikonduktor seperti bahan silikon disimpan dibawah sinar matahari, maka bahan silikon tersebut akan melepaskan sejumlah kecil listrik yang biasa disebut efek fotolistrik. Efek fotolistrik adalah pelepasan elektron dari permukaan metal yang disebabkan

penumbukan cahaya. Efek ini merupakan proses dasar fisis dari fotovoltaik merubah energi cahaya menjadi listrik.

Cahaya matahari terdiri dari partikel-partikel yang disebut sebagai “*photons*” yang mempunyai sejumlah energi yang besarnya tergantung dari panjang gelombang pada spektrum cahaya. Pada saat photon menumbuk sel surya maka cahaya tersebut akan dipantulkan atau diserap atau mungkin hanya diteruskan. Cahaya yang diserap akan membangkitkan listrik.

Pada saat terjadi tumbukan, energi yang dikandung oleh *photon* ditransfer pada elektron yang terdapat pada atom sel surya yang merupakan bahan semikonduktor. Dengan energi yang didapat dari photon, elektron melepaskan diri dari ikatan normal bahan semikonduktor dan menjadi arus listrik yang mengalir dalam rangkaian listrik yang ada. Dengan melepaskan dari ikatannya, elektron tersebut menyebabkan terbentuknya lubang atau “*hole*” (Mangapul, J. 2016). Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada panel surya (Julisman dkk., 2017) :

1) Banyaknya Modul Surya

$$\text{Modul Surya (Wp)} = \frac{\text{Kebutuhan daya (Watt)}}{\text{Lama penyerapan (Jam)}} \dots\dots\dots (2-1)$$

2) Daya Input

$$P_{in} = G \cdot A \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana : P_{in} = Daya input sel fotovoltaik (watt)

G = Intensitas radiasi matahari (watt/m^2)

A = Luasan sel fotovoltaik (m^2)

3) Daya Output

$$P_{out} = V_{oc} \cdot I_{sc} \dots \dots \dots (2-3)$$

Dimana : P_{out} = Daya output sel fotovoltaik (watt)

V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka (V)

I_{sc} = Arus hubung singkat (A)

FF = *Fill Factor*

4) Efisiensi

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\% \dots \dots \dots (2-4)$$

Dimana : P_{out} = Daya output sel fotovoltaik (watt)

P_{in} = Daya input sel fotovoltaik (watt)

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Produksi Energi PLTS

Faktor – faktor yang mempengaruhi produksi energi listrik PLTS adalah radiasi matahari, suhu modul surya, shading, tingkat kebersihan modul surya dan sudut kemiringan serta orientasi pemasangan modul surya. Pertama, energi yang dihasilkan modul surya menurun seiring menurunnya iradiasi matahari. Kedua, energi yang dihasilkan menurun seiring dengan meningkatnya suhu tergantung dari besarnya koefisien suhu pada modul surya. Penurunan produksi energi akibat pengaruh dari kenaikan suhu adalah sekitar 0,4% setiap peningkatan 1°C. Ketiga, ketika benda-benda disekeliling PLTS yang menghalangi penyinaran matahari ke modul surya sehingga mengurangi nilai iradiasi matahari yang ditangkap oleh modul surya. Keempat, kotoran yang menempel pada modul surya juga dapat mengurangi iradiasi matahari yang diterima oleh modul surya. Kelima, sudut kemiringan dari panel surya berpengaruh dalam penyerapan sinar matahari. Setiap

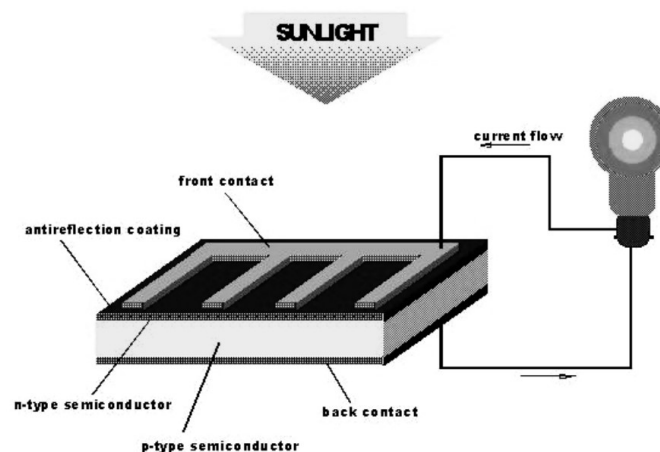
lokasi memiliki sudut kemiringan optimal dalam penyerapan iradiasi matahari (Gunawan, N. S., Kumara, I. S., & Irawati, R. 2019).

2.4 Komponen-komponen Pembangkit Tenaga Listrik

Agar PLTS dapat berfungsi dengan baik, maka dalam suatu sistem terdapat beberapa macam komponen. Masing-masing komponen tersebut mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Semuanya merupakan rangkaian kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Pada dasarnya, seluruh komponen-komponen tersebut mempunyai masa pemakaian (*life time*) yang baik.

2.4.1 Modul Surya

Bagian terkecil dari fotovoltaik adalah sel surya yang pada dasarnya sebuah foto dioda yang besar dan dapat menghasilkan daya listrik. Fotovoltaik terdiri dari dua jenis bahan berbeda yang disambungkan melalui suatu bidang junction yang jika sinar jatuh pada permukaannya akan diubah menjadi listrik arus searah

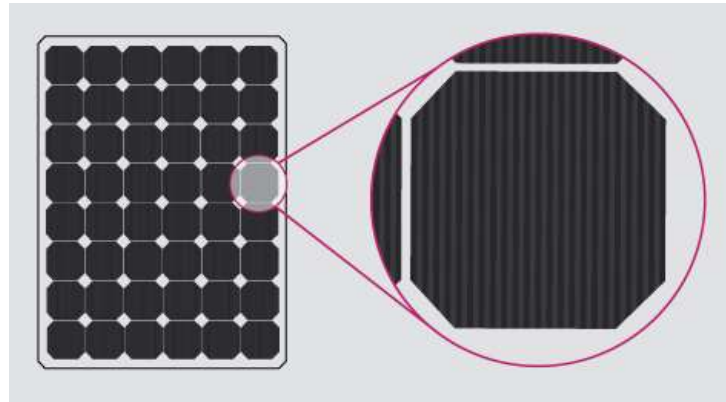


Gambar 2.1 Susunan Sel Surya

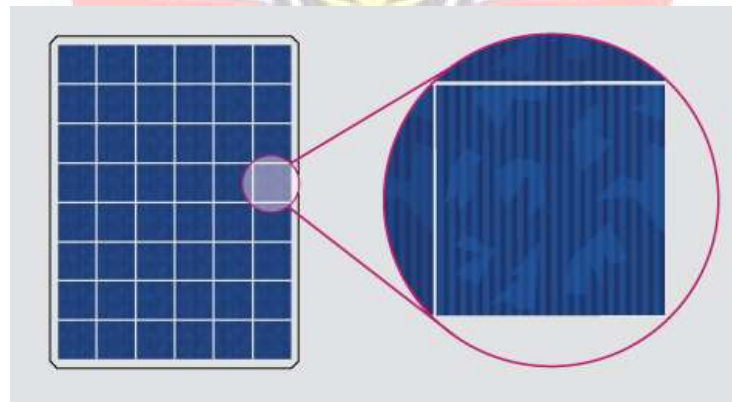
Untuk mendapatkan daya yang cukup besar diperlukan banyak sel surya. Biasanya sel-sel surya itu sudah disusun sehingga berbentuk panel, dan dinamakan modul surya.

Ada 2 (dua) jenis modul surya yang paling populer yaitu jenis *crystalline silicon* dan *thin film*. Jenis *crystalline silicon* terbuat dari bahan silikon dan *thin film* sebagian besar terbuat dari bahan kimia. Jenis *crystalline* terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline*. *Monocrystalline* memiliki sel berwarna hitam, Sel-sel ini tampak hitam karena adanya cahaya yang berinteraksi dengan kristal silikon murni. panel surya monokristalin memiliki berbagai warna untuk lembaran belakang dan bingkai. Lembar belakang panel surya biasanya berwarna hitam, perak atau putih, sedangkan bingkai logam biasanya berwarna hitam atau perak. Sedangkan sel surya *polycrystalline* cenderung memiliki warna kebiruan karena cahaya yang memantulkan fragmen silikon di dalam sel dengan cara yang berbeda dari yang dipantulkan oleh wafer silikon *Monocrystalline* murni. Mirip dengan monokristalin, panel polikristalin memiliki warna berbeda untuk lembaran belakang dan bingkai. Paling sering, bingkai panel polikristalin berwarna perak, dan lembaran belakangnya berwarna perak atau putih. Masingmasing jenis memiliki efisiensi berbeda yaitu *monocrystalline* 14-16%, *polycrystalline* 13 – 15%. Modul surya *thin film* terdiri dari beberapa jenis yang dinamai sesuai dengan bahan dasarnya, seperti A-Si:H, CdTe dan CIGs. Rata-rata efisiensi modul surya jenis *thin film* 6,5 – 8%. Sehingga, dengan kapasitas yang sama, masing-masing jenis modul memiliki luas permodul yang berbeda, hal ini berimplikasi pada penyediaan lahan yang berbeda. Kapasitas modul surya yang dinyatakan dalam Wp

dan tersedia dalam beberapa ukuran. Untuk penggunaan pembangkit, ukuran modul yang lazim digunakan adalah 80 – 300 Wp permodul. Untuk mendapatkan tegangan yang lebih besar, modul disusun secara seri dan untuk mendapatkan arus yang besar, modul disusun secara paralel.



Gambar 2.2 *Monocrystalline*



Gambar 2.3 *Polycrystalline*

Beberapa hal yang perlu di perhatikan sebelum merancang panel surya adalah sebagai berikut (Julisman dkk., 2017) :

- 1) Mencari total beban listrik harian:

$$\text{Energi beban} = \text{Daya} \times \text{Lama Pemakaian} \dots \dots \dots (2-5)$$

Untuk sistem PLTS dengan daya 1000 Watt ke bawah, faktor 20% harus ditambahkan ke pembebanan sebagai pengganti rugi-rugi sistem dan untuk faktor keamanan. Oleh karena itu total energi beban listrik harian dikalikan dengan 1,20 sehingga,

$$\text{Energi total beban} = \text{Energi Beban} \times 1,20 \dots\dots\dots(2-6)$$

2) Menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan:

$$\text{Jumlah Panel Surya yang dibutuhkan} = \frac{\text{Energi total beban harian}}{\text{Kapasitas panel surya}} \dots\dots(2-7)$$

2.4.2 *Solar Charge Controller (SCC) atau Battery Charge Controller (BCC)*

Charge controller berfungsi memastikan agar baterai tidak mengalami kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charge*) yang dapat mengurangi umur baterai. *Charge controller* mampu menjaga tegangan dan arus keluar masuk baterai sesuai kondisi baterai. *Charge controller* sering disebut dengan *solar charge controller* atau *battery charge controller*. Jika *charge controller* menghubungkan panel surya ke baterai atau peralatan lainnya seperti inverter maka disebut *solar charge controller*. Jika bagian ini terhubung dari inverter ke baterai lazim disebut *battery charge controller*, namun hal tersebut tidak baku. Walaupun kedua alat ini berfungsi sama, berbeda dengan SCC, BCC tidak dilengkapi oleh PWM-MPPT (*Pulse Width Modulation Maximum Power Point Tracking*), yaitu kemampuan untuk mendapatkan daya listrik dari panel surya pada titik maksimumnya.

2.4.3 Baterai

Mengingat PLTS sangat tergantung pada kecukupan energi matahari yang diterima panel surya, maka diperlukan media penyimpan energi sementara bila sewaktu-waktu panel tidak mendapatkan cukup sinar matahari atau untuk penggunaan listrik malam hari. Beberapa teknologi baterai yang umum dikenal adalah *lead acid*, *alkalin*, *NiFe*, *Ni-Cad* dan *Li-ion*. Masing-masing jenis baterai memiliki kelemahan dan kelebihan baik dari segi teknis maupun ekonomi (harga). Baterai *lead acid* dinilai lebih unggul dari jenis lain jika mempertimbangkan kedua aspek tersebut. Baterai *lead acid* untuk sistem PLTS berbeda dengan baterai *lead acid* untuk operasi starting mesin-mesin seperti baterai mobil. Pada PLTS, baterai yang berfungsi untuk penyimpanan (*storage*) juga berbeda dari baterai untuk *buffer* atau stabilitas. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan *deep cycle lead acid*, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan (*discharge*) secara terus menerus secara maksimal mencapai kapasitas nominal. Baterai adalah komponen utama PLTS yang membutuhkan biaya investasi awal terbesar setelah panel surya dan inverter. Namun, pengoperasian dan pemeliharaan yang kurang tepat dapat menyebabkan umur baterai berkurang lebih cepat dari yang direncanakan, sehingga meningkatkan biaya operasi dan pemeliharaan. Atau dampak yang paling minimal adalah baterai tidak dapat dioperasikan sesuai kapasitasnya. Kapasitas baterai yang diperlukan tergantung pada pola operasi PLTS. Besar kapasitas baterai juga harus mempertimbangkan seberapa banyak isi baterai akan dikeluarkan dalam sekali pengeluaran. Kapasitas baterai dinyatakan dalam Ah atau *Ampere hours*. Jika suatu PLTS menggunakan baterai dengan

kapasitas 2000 Ah dengan tegangan sekitar 2 Volt. Maka baterai tersebut memiliki kemampuan menyimpan muatan sekitar 2000 Ah x 2 V atau 4 kWh (Sianipar, R. 2017). Penentuan kapasitas *battery* dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Safrizal, 2017):

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian} \times \text{Autonomy}}{\text{DoD} \times V_{dc}} \dots\dots\dots (2-8)$$

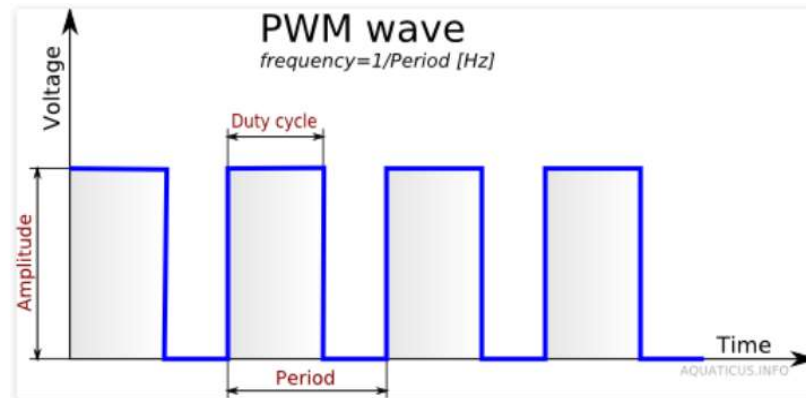
$$\text{Lama pemakaian (Jam)} = \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Kebutuhan daya (kWh)}} \dots\dots\dots (2-9)$$

2.5 PWM (*Pulse Width Modulation*)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah caramanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dengan frekuensi dan amplitudo yang tetap dalam satu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. PWM dapat dianggap sebagai kebalikan dari ADC (*Analog to Digital Converter*) yang mengkonversi sinyal Analog ke Digital, PWM atau *Pulse Width Modulation* ini digunakan menghasilkan sinyal analog dari perangkat Digital (contohnya dari Mikrokontroler). Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, *audio effect* dan penguatan, pengaturan kecepatan motor *dc*, pengaturan cerah/redup LED, pengendalian sudut pada motor servo, serta aplikasi-aplikasi lainnya (Prayogo, Rudito. 2012). Durasi atau lamanya waktu dimana sinyal tetap berada di posisi tinggi disebut dengan “*ON Time*” atau “Waktu *ON*” sedangkan sinyal tetap berada di posisi rendah atau 0V disebut dengan “*OFF Time*” atau “Waktu *OFF*”. Untuk sinyal PWM, kita perlu melihat dua parameter penting yang terkait dengannya

yaitu Siklus Kerja PWM (*PWMDuty Cycle*) dan Frekuensi PWM (*PWM Frequency*).

(<https://teknikelektronika.com/pengertian-pwm-pulse-width-modulation-atau-modulasi-lebar-pulsa/>).



Gambar 2.4 Gelombang PWM
<https://teknikelektronika.com/pengertian-pwm-pulse-width-modulation-atau-modulasi-lebar-pulsa/>

2.5.1 Siklus Kerja PWM (*PWM Duty Cycle*)

Sinyal PWM akan tetap *ON* untuk waktu tertentu dan kemudian terhenti atau *OFF* selama sisa periodenya. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitud sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi antara 0% hingga 100%. Satu siklus pulsa merupakan kondisi *high* kemudian berada di zona transisi ke kondisi *low*. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitud sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty Cycle* merupakan representasi dari kondisi logika *high* dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi *high* terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan *high*

sama dengan keadaan *low* maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%. Perubahan *duty cycle* akan merubah tegangan keluaran atau tegangan rata-rata dari PWM.

persamaan siklus kerja atau *duty cycle*:

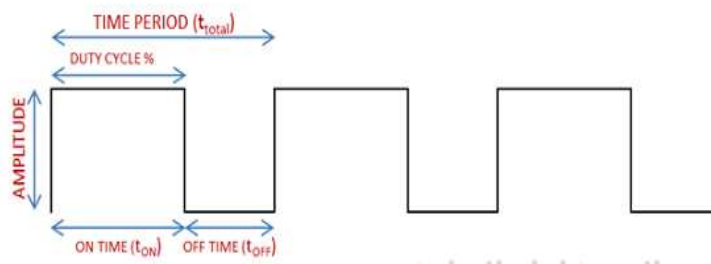
$$Duty\ Cycle = t_{ON} / (t_{ON} + t_{OFF}) \times 100\%$$

Atau

$$Duty\ Cycle = (t_{ON} / t_{total}) \times 100\%$$

Dimana :

- t_{ON} = Waktu *ON* atau Waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (high atau 1)
- t_{OFF} = Waktu *OFF* atau Waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (low atau 0)
- t_{total} = Waktu satu siklus atau penjumlahan antara t_{ON} dengan t_{OFF} atau disebut juga dengan “periode satu gelombang”



Gambar 2.5 Sinyal PWM dengan Siklus Kerja 60%

<https://teknikelektronika.com/pengertian-pwm-pulse-width-modulation-atau-modulasi-lebar-pulsa/>

2.5.2 Frekuensi PWM (PWM Frequency)

Frekuensi sinyal PWM menentukan seberapa cepat PWM menyelesaikan satu periode. Satu Periode adalah waktu *ON* dan *OFF* penuh dari sinyal PWM

Rumus untuk menghitung Frekuensi :

$$\text{Frequency} = 1 / \text{Time Period}$$

Keterangan : *Time Periode* atau *Periode Waktu* = *Waktu ON* + *Waktu OFF*

Biasanya sinyal PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler akan sekitar 500 Hz, frekuensi tinggi tersebut akan digunakan dalam perangkat switching yang berkecepatan tinggi seperti inverter atau konverter. Namun tidak semua aplikasi membutuhkan frekuensi tinggi. Sebagai contoh, untuk mengendalikan motor servo kita hanya perlu menghasilkan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz, frekuensi sinyal PWM ini juga dapat dikendalikan oleh program untuk semua mikrokontroler.

2.5.3 Perbedaan Siklus Kerja (*Duty Cycle*) dengan Frekuensi sinyal PWM

Siklus kerja dan frekuensi sinyal PWM sering membingungkan. Seperti yang kita ketahui bahwa sinyal PWM adalah gelombang persegi dengan waktu *ON* dan waktu *OFF*. Jumlah dari Waktu *ON* (*ON-Time*) dan Waktu *OFF* (*OFF-Time*) ini disebut sebagai satu periode waktu. Kebalikan dari satu periode waktu disebut frekuensi. Sementara jumlah waktu sinyal PWM harus tetap dalam satu periode waktu ditentukan oleh siklus kerja PWM.

Sederhananya, seberapa cepat sinyal PWM harus dihidupkan (*ON*) dan dimatikan (*OFF*) ditentukan oleh frekuensi sinyal PWM dan kecepatan berapa lama sinyal PWM harus tetap *ON* (hidup) ditentukan oleh siklus kerja sinyal PWM.

2.5.4 Menghitung Tegangan *Output* Sinyal PWM

Tegangan *output* sinyal PWM yang telah diubah menjadi analog akan menjadi persentase dari siklus kerja (*Duty Cycle*). Misalnya jika tegangan operasi 5V maka sinyal PWM juga akan memiliki 5V ketika tinggi. Apabila *Duty Cycle* atau siklus kerja adalah 100%, maka tegangan *output* akan menjadi 5V. Sedangkan untuk siklus kerja 50% akan menjadi 2.5V. Demikian juga apabila siklus kerja 60% maka Tegangan *Output* analognya akan menjadi 3V.

Rumus perhitungan tegangan output sinyal PWM:

$$V_{\text{out}} = \text{Duty Cycle} \times V_{\text{in}}$$

2.6 Arduino

2.6.1 Pengertian Arduino

Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang

diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB.



Gambar 2.6 Arduino Uno
(<https://www.arduino.cc/en/Products/Counterfeit>, 2016)

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler : ATmega328
- Tegangan Operasi : 5V
- Tegangan *Input (recommended)* : 7 - 12 V
- Tegangan *Input (limit)* : 6-20 V
- Pin digital *I/O* : 14 (6 diantaranya pin *PWM*)
- Pin Analog *input* : 6
- Arus DC per pin *I/O* : 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- *Flash Memory* : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*
- *EEPROM* : 1 KB

- Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

2.6.2 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagaimasukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampumenerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10resistor *pull-up internal* (diputus secara *default*) sebesar 20-30 KOhm. Sebagaitambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

- Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima(RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
- *External Interrupt*: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untukmemicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau padasaat terjadi perubahan nilai.
- *Pulse-width modulation* (PWM): pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, menyediakankeluaran PWM 8-bit dangan menggunakan fungsi *analogWrite()*.
- *Serial Peripheral Interface* (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPIlibrary*.
- *LED*: pin 13, terdapat built-in *LED* yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *High* maka *LED* menyala, sebaliknya ketika pin bernilai *Low* maka *LED* akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin *AREF* dan fungsi *analogReference()*.

2.6.3 Catu Daya

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi *USB* (*Universal Serial Bus*) atau melalui *power supply* eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. *Power supply* eksternal (yang bukan melalui *USB*) dapat berasal dari *adaptor* AC ke DC atau baterai. *Adaptor* dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan ke dalam pin *GND* dan *Vin* yang berada pada konektor power. Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V pada board arduino akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan mengakibatkan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7-12 volt. Pin-pin catu daya adalah sebagai berikut:

- *Vin* adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi *USB*)

atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.

- 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- GND adalah pin ground.

2.6.4 Memori

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328. ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.

2.6.5 Komunikasi

Arduino uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan *USB driver* standar *COM*, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun pada sistem operasi Windows, format file Inf diperlukan.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. *RX* dan *TX LED* diboardkan

berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip USB-to-serial* dan koneksi *USB* ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi *inteface* pada sistem.



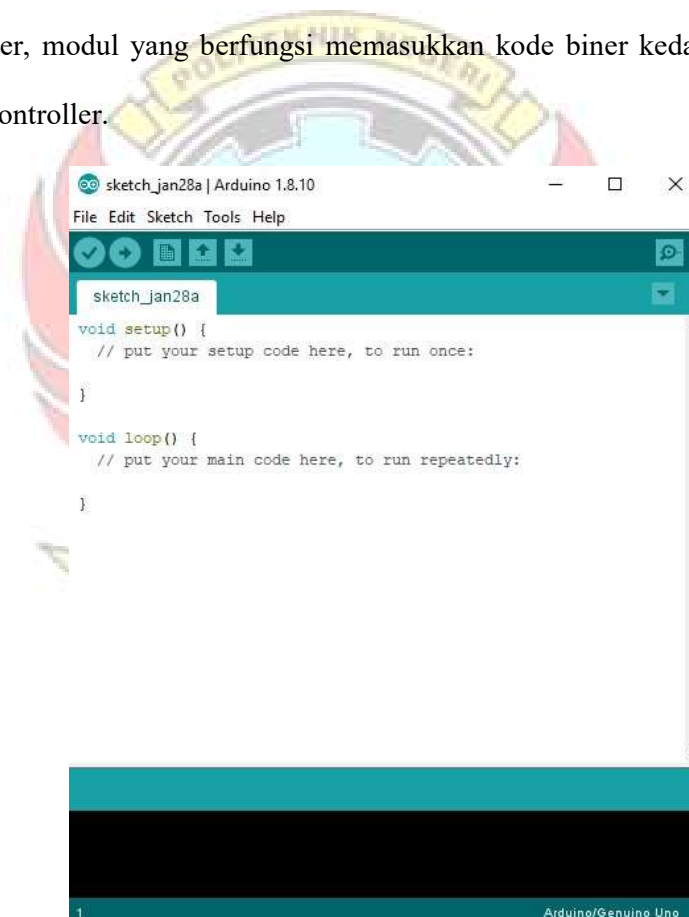
Gambar2.7 Kabel USB Arduino Uno
(<https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>, 2016)

2.6.6 Software Arduino

Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki basic bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui library. Arduino menggunakan Software Processing yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. Processing sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. Software Arduino ini dapat di-install di berbagai operating system (OS) seperti: LINUX, Mac OS, Windows. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis

program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Software IDE Arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian:

- Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa processing. Listing program pada Arduino disebut sketch.
- Compiler, modul yang berfungsi mengubah bahasa processing (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrocontroller.
- Uploader, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroller.



Gambar 2.8 Tampilan Software IDE Arduino

2.7 RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) adalah komponen IC berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem antar muka. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada modul terdapat sumber catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal.



Gambar 2.9 RTC

2.8 Driver Motor BTS 7960

Pada driver motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V-27VDC, sedangkan tegangan input level antara 3.3V-5VDC, driver motor ini menggunakan rangkaian full H-bridge dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan. Gambar driver motor BTS7960 dapat dilihat pada



Gambar 2.10 BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive PWM (Ardianto, 2017)

Adapun konfigurasi pin dari penggunaan driver 43A H-Brige Drive PWM ini yang mana terdapat 8 pin input yang terdiri dari RPWM, LPWM, R_EN, L_EN, R_IS, L_IS, Vcc, Gnd. Sedangkan pin output terdapat 4 pin yang terdiri dari W-, W+, B+, B-. Detail dari konfigurasi pin input ke arduino dan pin output ke LED dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2** berikut :

Tabel 2.1 Detail Pin Input BTS 7960

Nama pin	Keterangan
RPWM	Input PWM Forward Level ,Aktif High
LPWM	Input PWM Reverse Level ,Aktif High
R_EN	Input Enable Forward Driver, Aktif High
L_EN	Input Enable Reverse Driver, Aktif High
R_IS	Forward Drive ,Side current alarm output
L_IS	Reverse Drive ,Side current alarm output
Vcc	+5 V Power Supply Mikrokontroler
Gnd	Gnd Power Supply Mikrokontroler

Tabel 2.2 Detail Pin Output BTS 7960

Nama pin	Keterangan
W-	Di hubungkan ke Motor DC (V-)
W+	Di hubungkan ke Motor DC (V+)
B+	Tegangan Input V+ Motor
B-	Tegangan Input V- Motor

2.9 Lampu LED

Lampu LED adalah salah satu jenis diode dengan fungsi khusus. LED digunakan sebagai lampu indikator pada beberapa aplikasi elektronika. LED memiliki sifat dan konsumsi tegangan yang rendah, usia pemakaiannya panjang, dan kecepatan penyakelarnya cepat. LED hampir sama dengan diode biasa. Perbedaannya, jika adalah komponen elektronika yang berfungsi memancarkan cahaya. Lampu ini banyak dipakai dalam proyek elektronika karena ukurannya yang kecil dan hemat energi serta penggunaan daya yang lebih kecil. Sebuah lampu LED standar hanya membutuhkan arus sebesar 10 mA sampai 20 mA dengan tegangan kerja 2 sampai 3 volt saja. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, cahaya dibawah lemari, dan berbagai penerapan dekoratif.

Berbagai perkiraan potensi penghematan energi berkisar dari 82% hingga 93%. Produk pengganti LED, diproduksi dalam berbagai bentuk termasuk batang ringan, panel dan sekrup dalam lampu LED, biasanya memiliki kekuatan 2-5W masing-masing, memberikan penghematan yang cukup berarti dibanding lampu pijar dengan bonus keuntungan masa pakai yang lebih lama, yang pada gilirannya mengurangi perawatan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

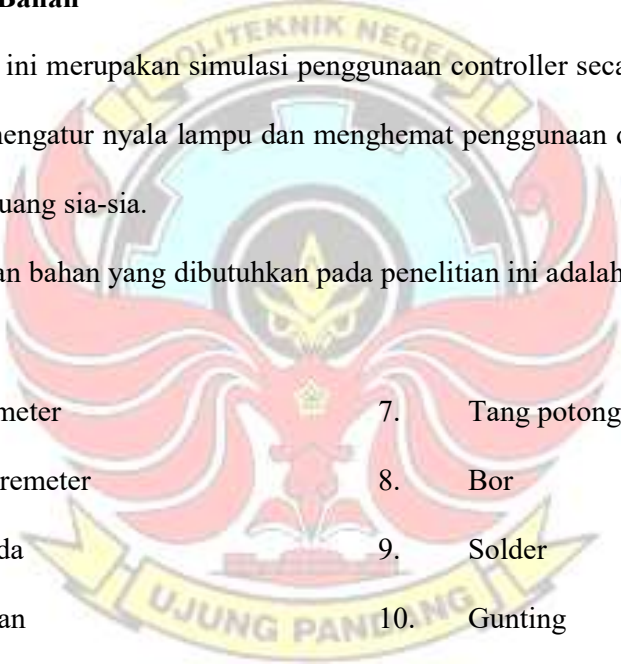
Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, baik tahap perancangan, pembuatan dan perakitan, maupun tahap pengujian. Penelitian dilaksanakan selama tujuh bulan.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini merupakan simulasi penggunaan controller secara otomatis pada PLTS untuk mengatur nyala lampu dan menghemat penggunaan daya pada baterai agar tidak terbuang sia-sia.

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

- 
1. Multimeter
 2. Amperemeter
 3. Gurinda
 4. Meteran
 5. Obeng
 6. Las listrik
 7. Tang potong
 8. Bor
 9. Solder
 10. Gunting

3.2.2 Bahan

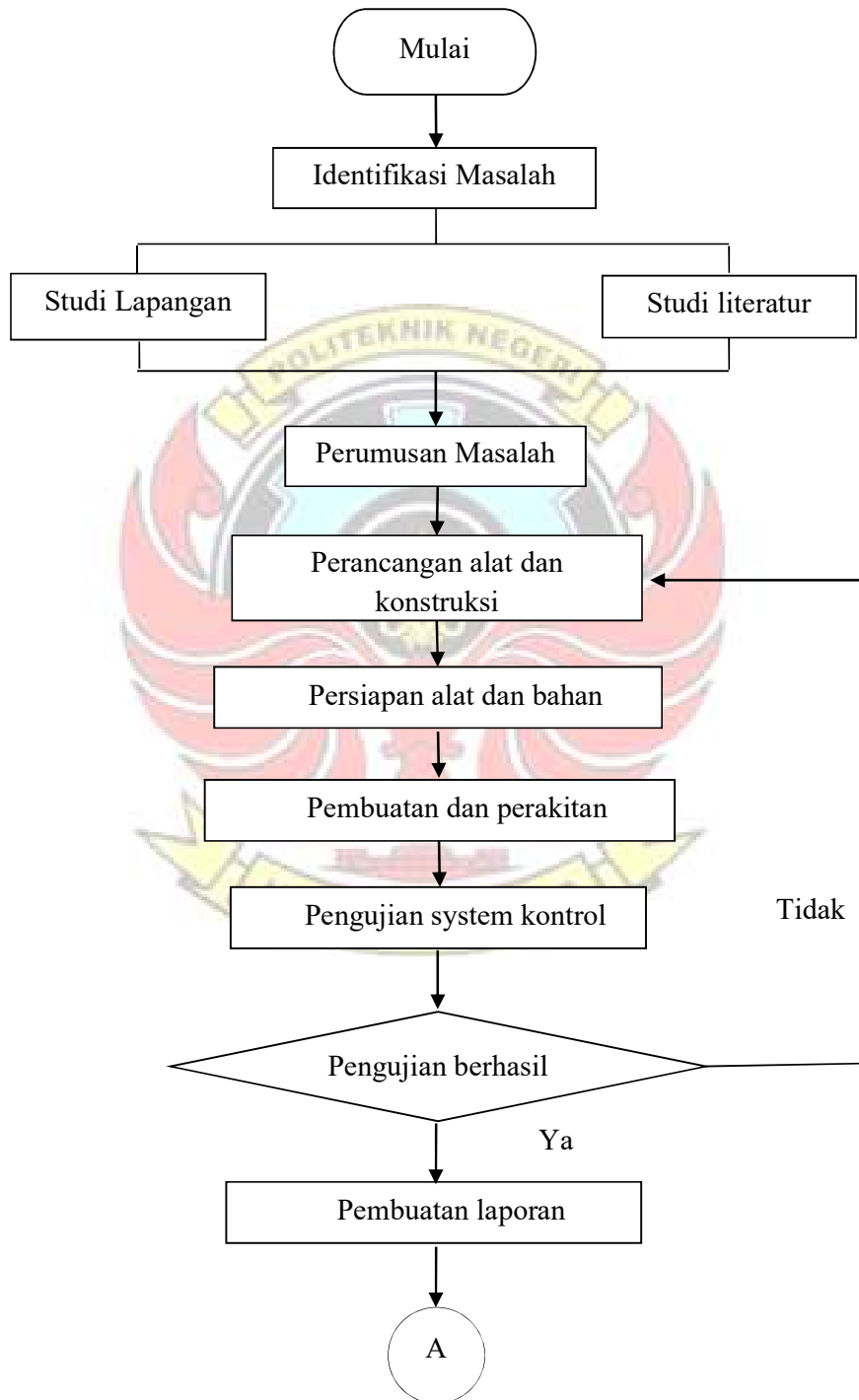
1. Panel surya 50 *Wp*
2. Arduino uno
3. Solar charge control
4. Modul RTC
5. Modul BTS
6. Lampu LED *DC* 23 W
7. Akrilik
8. Baterai Lithium 16.8 V/10Ah

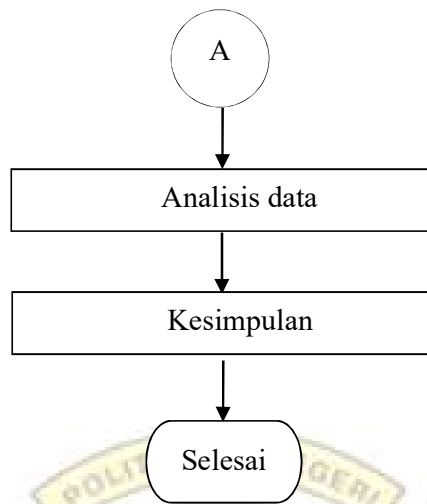
- | | | | |
|-----|------------------|-----|------------|
| 9. | BMS 10 A | 14. | Plat clamp |
| 10. | Kabel-kabel | 15. | Besi holo |
| 11. | Under voltage DC | 16. | Besi siku |
| 12. | Double tip | 17. | Baut |
| 13. | Isolator listrik | 18. | Timah |



3.3 Langkah-langkah Penelitian

Langkah penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

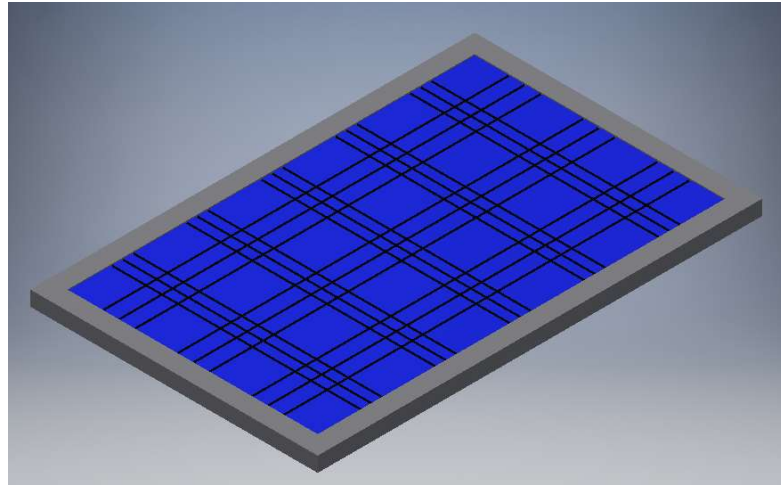
3.4 Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan langkah awal sebelum *system Controller* pada PLTS diaplikasikan untuk mengatur pengaturan pembebanan lampu LED DC. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar system control ini dapat beroperasi dengan optimal.

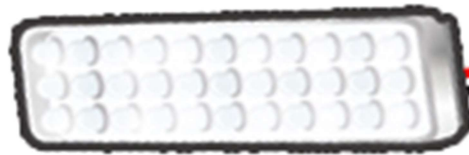
3.4.1 Perancangan Konstruksi

3.4.1.1 Konstruksi Rangka PLTS

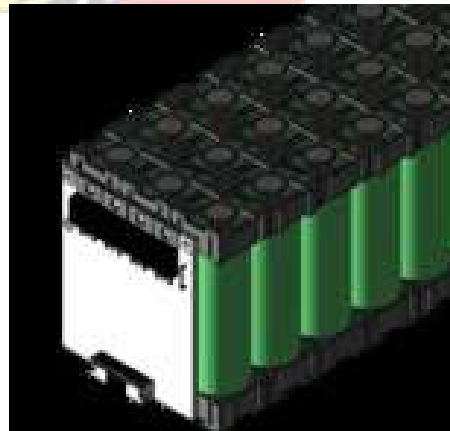
Proses perancangan konstruksi rangka panel surya diperlukan supaya panel surya mendapatkan pancaran sinar matahari yang optimal di lokasi penelitian.



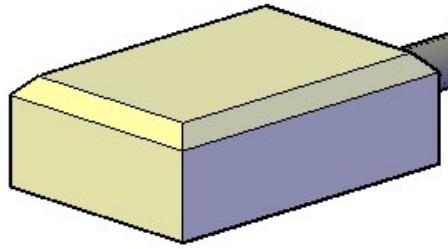
Gambar 3.2 Panel Surya



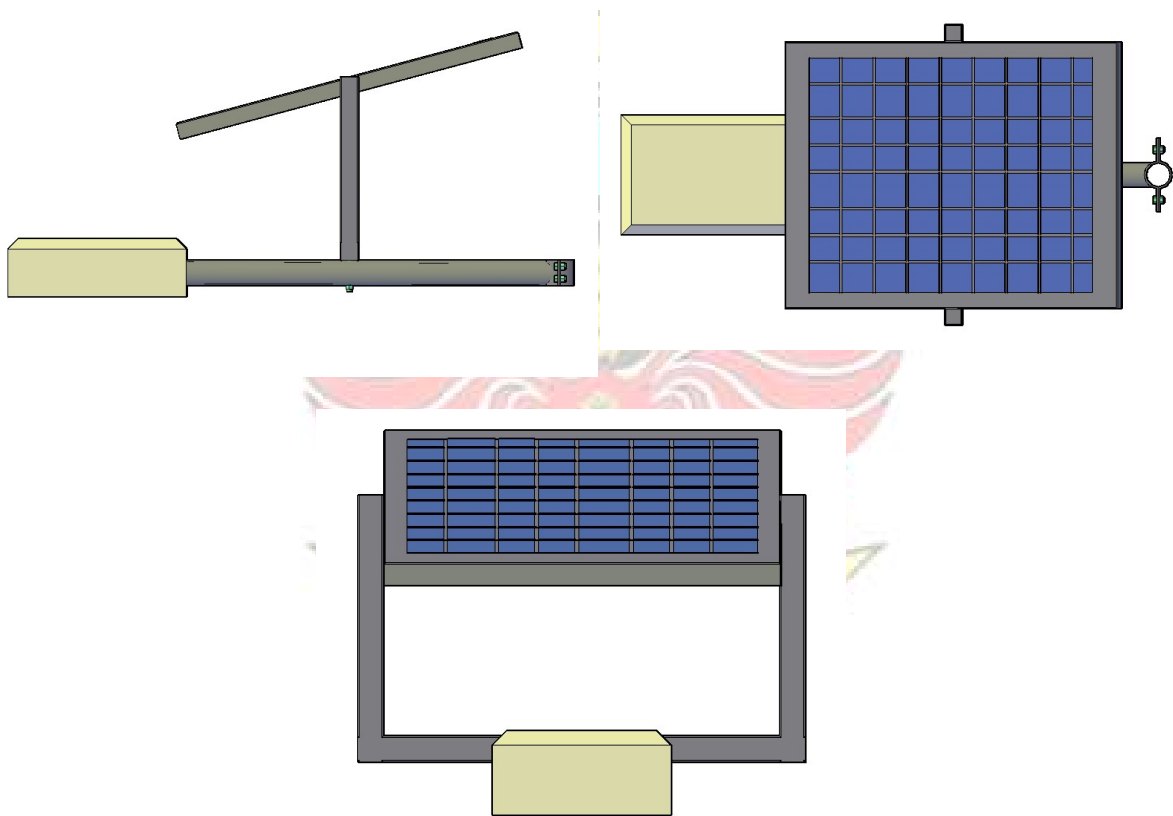
Gambar 3.3 LED



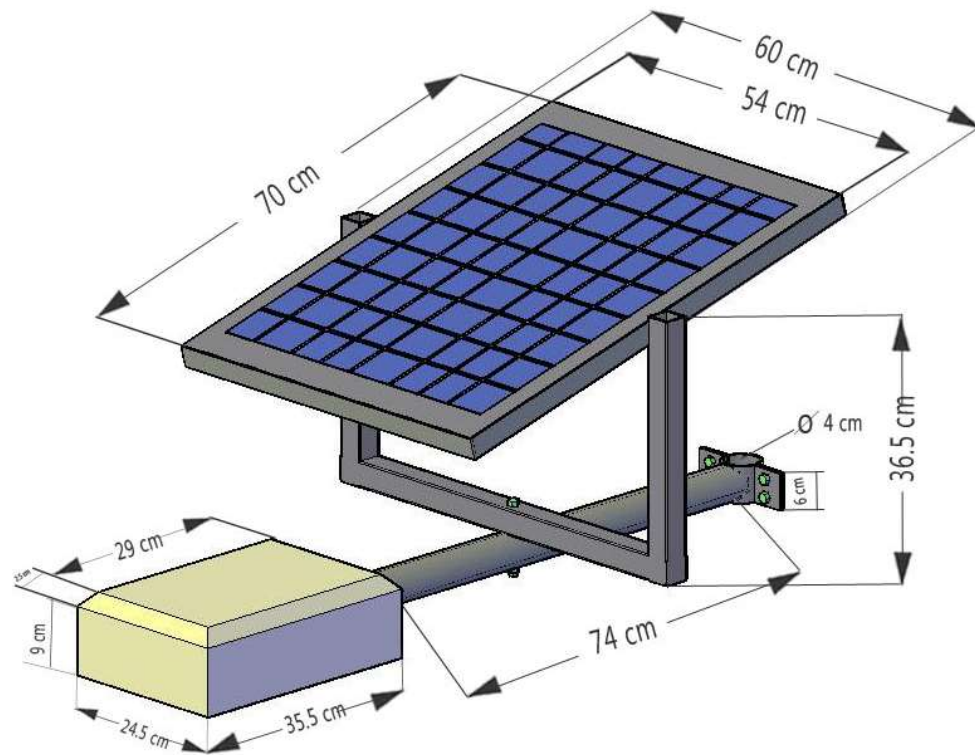
Gambar 3.4 Baterai Lithium 16.8 Volt



Gambar 3.5 Headshing LED



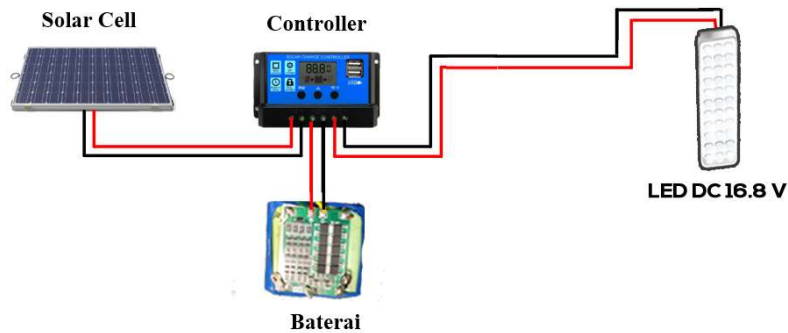
Gambar 3.6 Rangka Panel dari beberapa sisi



Gambar 3.7 Rancangan Skripsi Keseluruhan

3.4.1.2 Perancangan kelistrikan

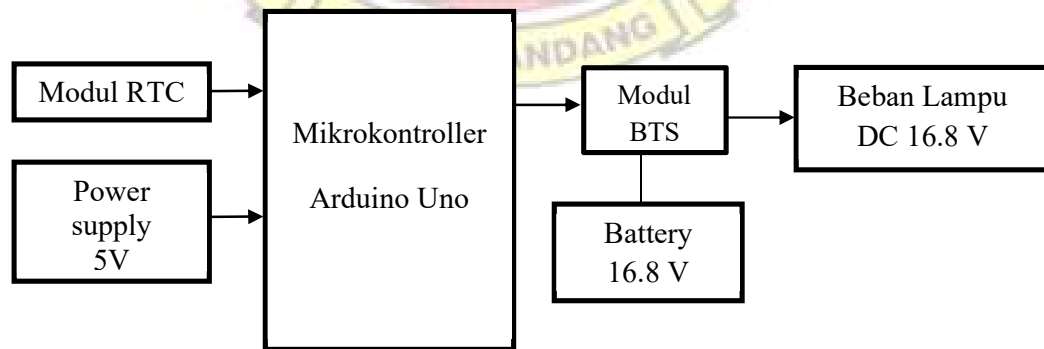
Perancangan kelistrikan diawali dengan menghitung total beban atau energi yang akan digunakan untuk beroperasi. Analisa data tersebut untuk mengetahui berapa kapasitas panel surya dan kapasitas baterai yang akan digunakan untuk *supply* beban setiap harinya. Baterai yang digunakan adalah baterai yang mampu mensupply beban lampu LED *DC* 16.8 V . Berikut skema perancangan kelistrikan PLTS untuk mengatur pembebanan pada lampu LED *DC*.



Gambar 3.8 Skema PLTS untuk Membebani Lampu DC

Pada skema diatas *solar cell* berfungsi untuk merubah energy surya menjadi energy listrik pada PLTS. *Controller*(SCC) berfungsi untuk mengatur proses pengisian pada baterai dan sebagai alat pengatur tegangan baterai agar tidak melampaui batas toleransi. Energi listrik yang dihasilkan disimpan pada baterai ketika siang hari untuk penggunaan energy pada malam hari. PLTS dihubungkan dengan solar charge controller untuk mensuply beban DC.

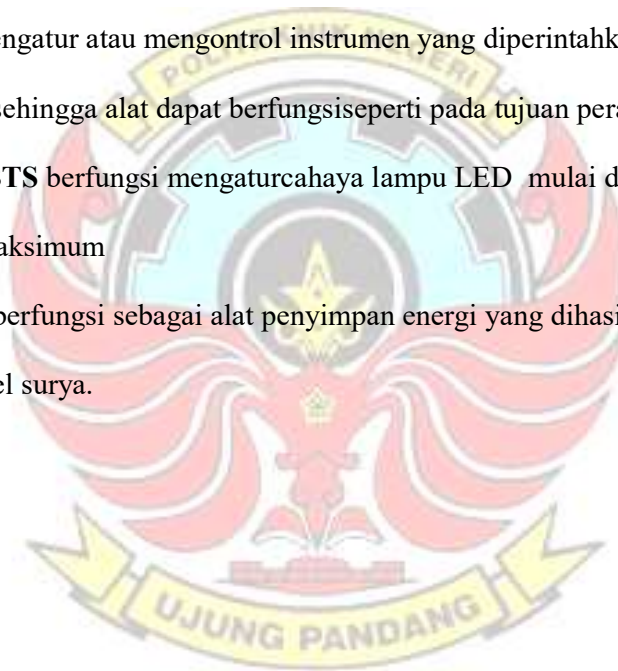
3.4.2 Perancangan pemrograman

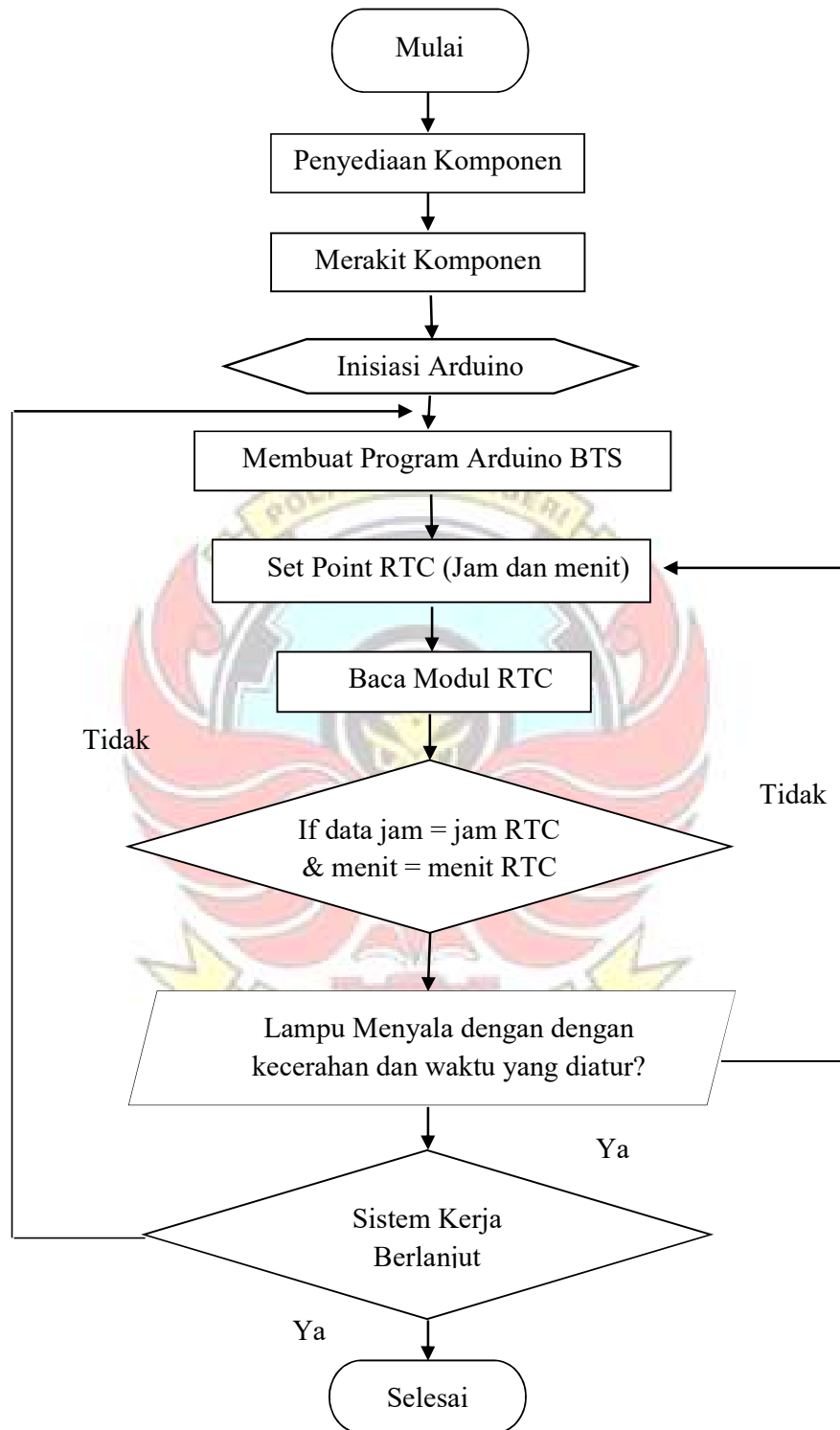


Gambar 3.9 Diagram Blok Pemrograman

Berdasarkan blok diagram keseluruhan system di atas, fungsi dari masing-masing komponen sebagai berikut:

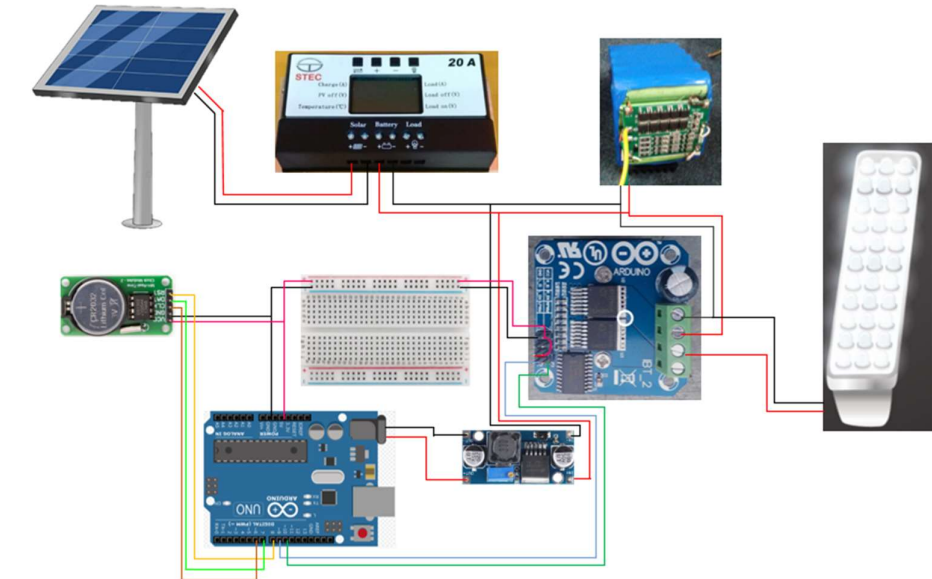
1. **Modul RTC** berfungsi sebagai modul timer (pewaktuan) sebagai acuan untuk waktu lampu menyala dengan terang, redup dan padam.
2. **Power Supply** berfungsi sebagai penyuplai sumber tegangan ke rangkaian/ sebagai catu daya.
3. **Arduino Uno** berfungsi sebagai pemroses input dan output pada rangkaian untuk mengatur atau mengontrol instrumen yang diperintahkan didalam program sehingga alat dapat berfungsi seperti pada tujuan perancangan alat.
4. **Modul BTS** berfungsi mengatur cahaya lampu LED mulai dari mati sampai terang maksimum
5. **Baterai** berfungsi sebagai alat penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya.





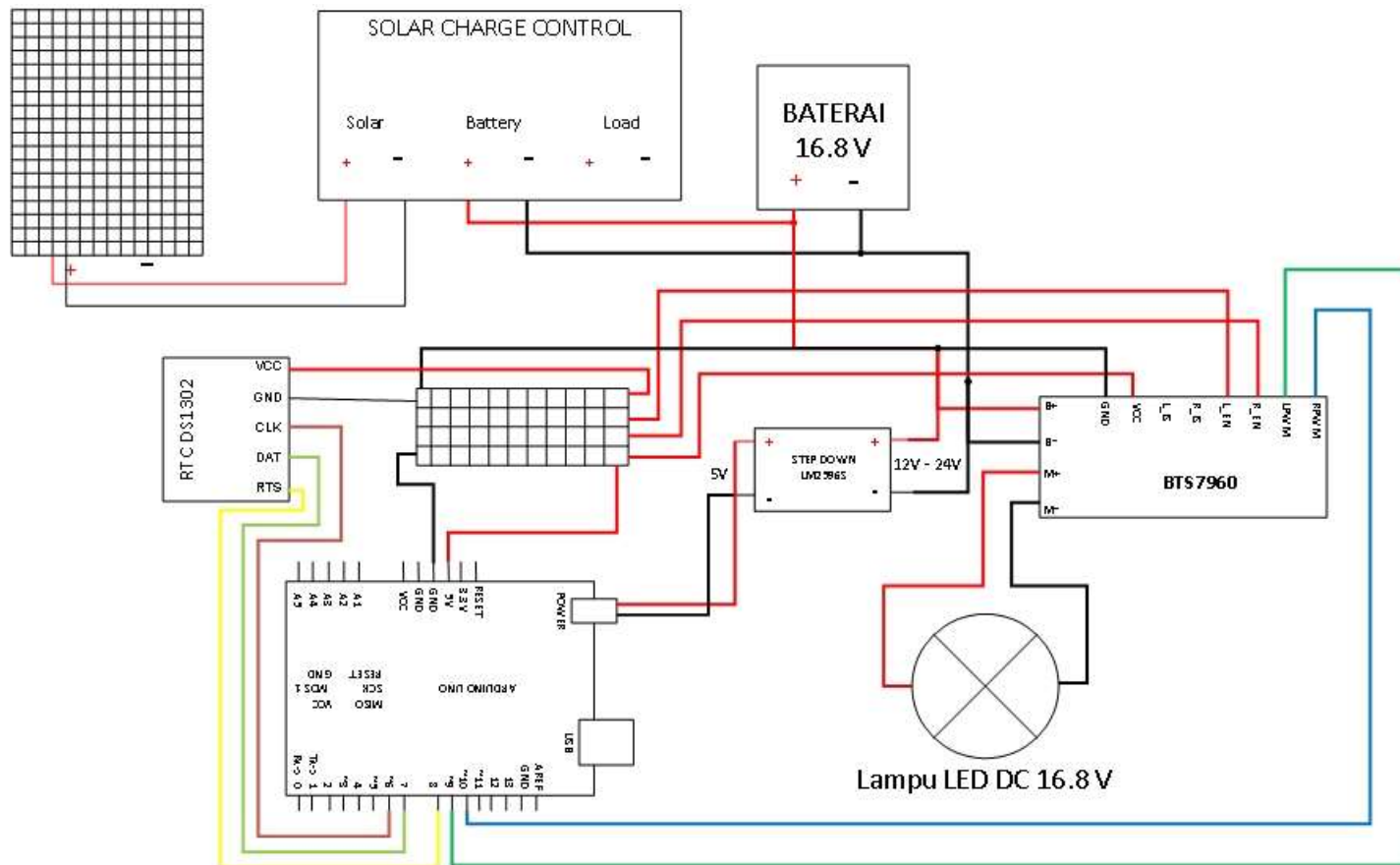
Gambar 3.10 *Flow Chart* Pemrograman

3.5 Skematik Rangkaian Kontrol Keseluruhan



Gambar 3.11 Skematik Rangkaian Kontrol





Gambar 3.12 Line Diagram Rangkaian Kontrol

3.6 Tahap pembuatan dan perakitan

Setelah proses perancangan selesai, maka akan dilanjutkan dengan proses pembuatan masing-masing komponen alat khususnya untuk perangkat keras. Langkah-langkah yang dikerjakan pada masing-masing rangkaian rancang bangun adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Uji Coba Sistem Kontrol (Simulasi)
3. Pembuatan rangka panel surya
4. Merangkai sistem kontrol pada headshing lampu
5. Pemasangan rangka panel dan tiang lampu
6. Pemasangan panel listrik (*controller*) pada rangka

3.7 Prosedur pengujian

Setelah merancang bangun selesai, maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan ketika pembangkit bekerja untuk daya lampu yang terang dan redup.

Langkah-Langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Memasang panel Surya lokasi Pengujian.
- 2) Merangkai panel surya dan *controller*.
- 3) Mengaktifkan PLTS dan *controller*.
- 4) Mencatat hasil pengukuran kedalam tabel pengamatan.
- 5) Menganalisis hasil Pengukuran.
- 6) Membuat kesimpulan tentang pengujian pengaturan pembebanan.

7) Pengujian selesai.

3.7 Pengumpulan Data

Setelah proses pengujian Pembebanan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dilakukan, adapun beberapa parameter yang perlu dicatat yaitu:

Tabel 3.2 Parameter-Parameter yang Akan Diukur dalam Pengujian

No	Parameter	Simbol	Satuan	Alat Ukur/ Rumus	Parameter
1	Tegangan	V	V	Multimeter	V
2	Arus	I	A	Amperemeter	I
3	Banyaknya Modul	Wp	Wp	$\frac{\text{Kebutuhan daya (Watt)}}{\text{Lama penyerapan (Jam)}}$	Wp
4	Lumen lampu	LUX	LUX	Lux Meter	LUX
5	Kapasitas penggunaan baterai	Ah	Ah	$\frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian}}{\text{DoD} \times V_{dc}}$	Ah
6	Lama penggunaan baterai	T	T	$\frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Kebutuhan daya (kWh)}}$	T

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Rancangan Sistem Kelistrikan

Rancangan sistem kelistrikan mencakup 2 hal, yaitu kapasitas panel surya serta kapasitas baterai. Kapasitas panel surya dihitung berdasarkan jumlah beban yang akan digunakan (lampu LED DC). Jumlah beban yang digunakan disesuaikan dengan rencana penggunaannya pada rentang waktu antara Pukul 18.00 sampai dengan 06.00.

1) Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik per hari

Beban diatur dengan PWM, sehingga dilakukan pengujian Controller tanpa RTC untuk mengetahui nilai tegangan dan kuat arus beban LED DC untuk tiap nilai PWM.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Controller Tanpa RTC

PWM	TeganganLED (V)	Kuat ArusLED (A)
50	3.25	0.21
100	6.43	0.4
150	9.55	0.61
200	12.65	0.85
255	16.13	1.4

Adapun perhitungan kebutuhan penggunaan energi listriknya dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Perhitungan Kebutuhan Penggunaan Energi LED DC

No	Waktu penggunaan	Durasi (h)	PWM	Tegangan (V)	Arus (I)	Energi (Wh)
1.	18.00-22.00	4	255	16.13	1.42	91.618
2	22.00-24.00	2	200	6.5	0.5	6.5
3	24.00-05.00	5	100	3.3	0.22	3.63
4	05.00-06.00	1	50	12.65	0.85	10.75
Total Kebutuhan Listrik Lampu Jalan dalam Sehari Sebesar 112.298 ~ 113 Wh/hari						

2) Perhitungan Kapasitas Panel Surya

Jika diasumsikan peak 1 hari = 5 jam

Kapasitas panel untuk 30 Wp : $30 \times 5 = 150$ Wh/hari

Kapasitas panel untuk 50 Wp : $50 \times 5 = 250$ Wh/hari

Kapasitas panel untuk 100 Wp : $100 \times 5 = 500$ Wh/hari

Kapasitas panel untuk 150 Wp : $150 \times 5 = 750$ Wh/hari

Jadi Kapasitas panel yang sesuai dengan kebutuhan adalah panel 50 Wp dengan hasil daya perhari adalah 250 Wh/hari. Jumlah panel yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah beban adalah 1 buah panel.

3) Perhitungan Kapasitas Baterai

Data dihitung berdasarkan lokasi penggunaan baterai, apabila daerah yang ditempati adalah yang sering tertutup awan (mendung) maka perhitungannya disarankan 2 hari otonomi, jika daerah yang ditempati adalah daerah yang relatif cerah sepanjang tahun maka untuk hari otonominya hanya sehari saja.

Pengambilan data pada percobaan ini di daerah yang relative cerah sepanjang tahun, perhitungannya sebagai berikut :

Kapasitas Baterai : 16.8 V

DoD : 80%

Autonomy : 1 Hari

Kuat Arus per Jam : 10 Ah

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Baterai} &= \frac{\text{Energi per Hari} \times \text{Autonomy}}{\text{DoD} \times \text{Kapasitas Baterai}} \\ &= \frac{113 \times 1}{0.8 \times 16.8} \\ &= 8.41 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Jadi menggunakan 1 Baterai 16.8 V dengan arus 10 Ah.

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas, maka diperoleh tabel spesifikasi komponen rancangan sistem PLTS sebagai berikut:

Tabel 4.3 Rangkuman Komponen yang akan Digunakan dari Rancangan Sistem PLTS

Komponen	Parameter	Nilai	Unit
Panel Surya	Kapasitas	50	Wp
	Tegangan Baterai	16.8	Vdc
	Jumlah	1	Unit
Baterai	Hari Otonomi	1	Hari
	Spesifikasi Tegangan Kerja	16.8	Vdc
	Spesifikasi Arus	10	Ah
	Spesifikasi DoD	80	%
	Jumlah	1	Unit

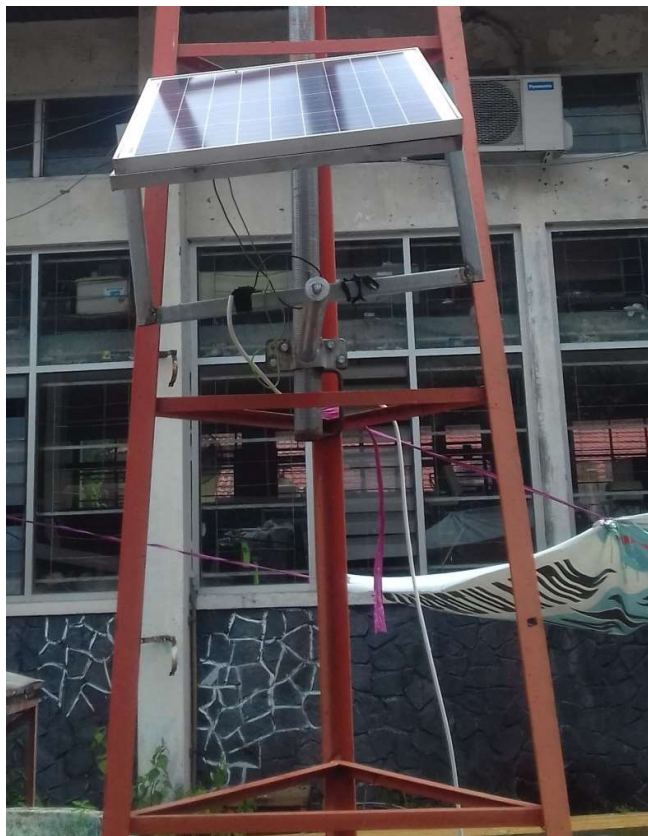
4.1.2 Rancangan Konstruksi

1) Peletakan (*layout*) Panel Surya

Berikut adalah gambar rangka panel surya yang akan diletakkan pada tiang.

Komponen utama pada perancangan rangka ini adalah besi siku yang

berukuran 700 mm X 450 mm sebagai frame panel, besi holo 30 mm X 30 mm dengan ukuran 30 mm X 365 mm 2 buah dan 30 mm x 540 mm sebanyak 1 buah sebagai kaki panel/penghubung panel ke tiang lampu, sedangkan penopang lampu yang terhubung dengan rangka panel dengan ukuran 30 mm x 740 mm.



Gambar 4.1 Rangka Panel Surya Setelah Dipasang

Komponen-komponen diatas dirakit dengan menggunakan las listrik dan baut sebagai pemas setiap bagian. Rancangan rangka panel surya ini mengadaptasi dari panel surya untuk penerangan lampu jalan pada umumnya. Posisi panel surya menghadap ke utara dengan sudut kemiringan

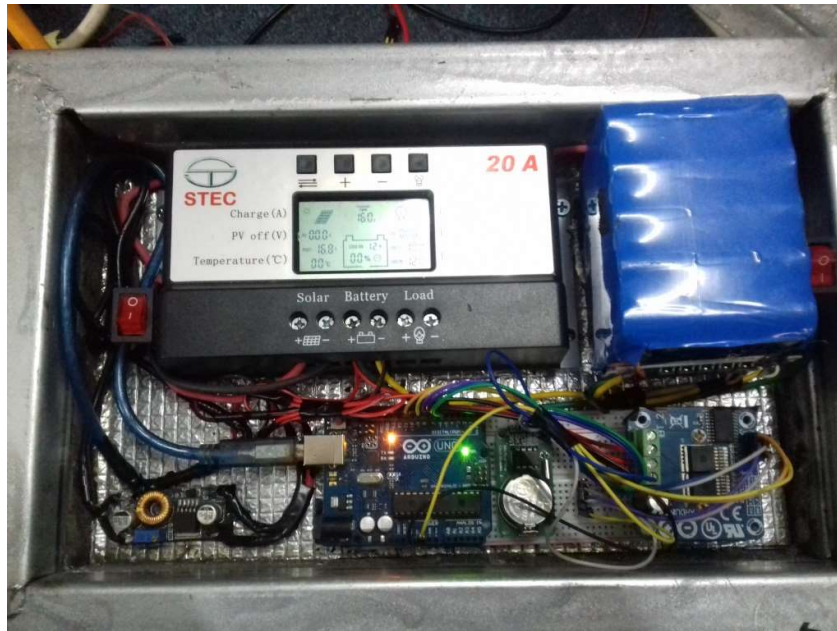
yang telah dihitung sebelumnya dan dapat juga diubah sesuai dengan kondisi sesuai daerah penempatan panel, panel surya dijepit oleh baut di tiap sisi yang dipasang pada struktur rangka penopang.



Gambar 4.2 Komponen Penunjang Konstruksi Rangka Panel

4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap pengujian yaitu dengan pengujian PLTS tanpa beban selama 7 hari, menguji penggunaan baterai untuk membebani lampu dengan daya lampu maksimal dan minimal sampai baterai habis selama 2 hari dan pengujian dengan mengatur terang redupnya lampu secara otomatis selama 12 jam dan dilakukan selama 4 hari. Pengujian bertujuan untuk mendapatkan daya, lama penggunaan baterai ketika menggunakan controller maupun tanpa controller dengan pembebanan yang sama.



Gambar 4.3 Controller Pengaturan Pembebanan pada PLTS

Panel surya dipasang tepat pada bagian atas rangka lampu yang dihubungkan dengan baut dengan ketinggian 236,5 Cm dari permukaan tanah. Pengambilan data intensitas cahaya matahari diambil dengan ketinggian 236,5 Cm dari permukaan tanah/ tepat diatas panel surya yang dilakukan setiap 30 menit sekali. Proses pengambilan data dilakukan secara manual dengan memasang alat ukur pada output SCC, Baterai dan Lampu LED.



Gambar 4.4 Lampu Jalan dengan Menggunakan Controller

4.3 Analisis Data Panel Surya

1) Menghitung Daya Input (P_{in}) Panel Surya

Untuk menghitung daya input panel surya menggunakan rumus pada persamaan 2.2 dengan menggunakan data pertama pada Lampiran Tabel 2, makadidapatkan nilai daya input panel surya sebagai berikut:

$$P_{in} = G \times A$$

Diketahui:

$$\text{Intensitas radiasi matahari (G)} = 873 \text{ watt/m}^2$$

$$\text{Luasan panel surya} = 0.315 \text{ (m}^2\text{)}$$

Ditanyakan:

Daya input panel surya (P_{in}).... ?

Penyelesaian:

$$P_{in} = G \times A$$

$$P_{in} = (873 \text{ w/m}^2) (0.315 \text{ m}^2)$$

$$P_{in} = 274.995 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

2) Menghitung Daya Output (P_{out}) Panel Surya

Untuk menghitung daya output panel surya menggunakan rumus pada persamaan 2.1 dengan menggunakan data setiap setengah jam pada lampiran Tabel 2, maka didapatkan nilai daya output panel surya sebagai berikut:

$$P_{out} = V \times I$$

Diketahui:

Tegangan pada panel surya (V) = 16.04 V

Arus rata-rata pada panel surya (I) = 1.1 A

Ditanyakan:

energi output panel surya (P_{out}) ... ?

Penyelesaian:

$$P_{out} = V \times I$$

$$P_{out} = (16.04) (1.1A)$$

$$P_{out} = 17.644 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

3). Menghitung Efisiensi Panel Surya

Untuk menghitung efisiensi panel surya digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Eff = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$Eff = \frac{17.644}{274.995} \times 100\%$$

$$Eff = 6.41612\%$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

4). Tabel Hasil Analisis Data Panel Surya (50 WP)

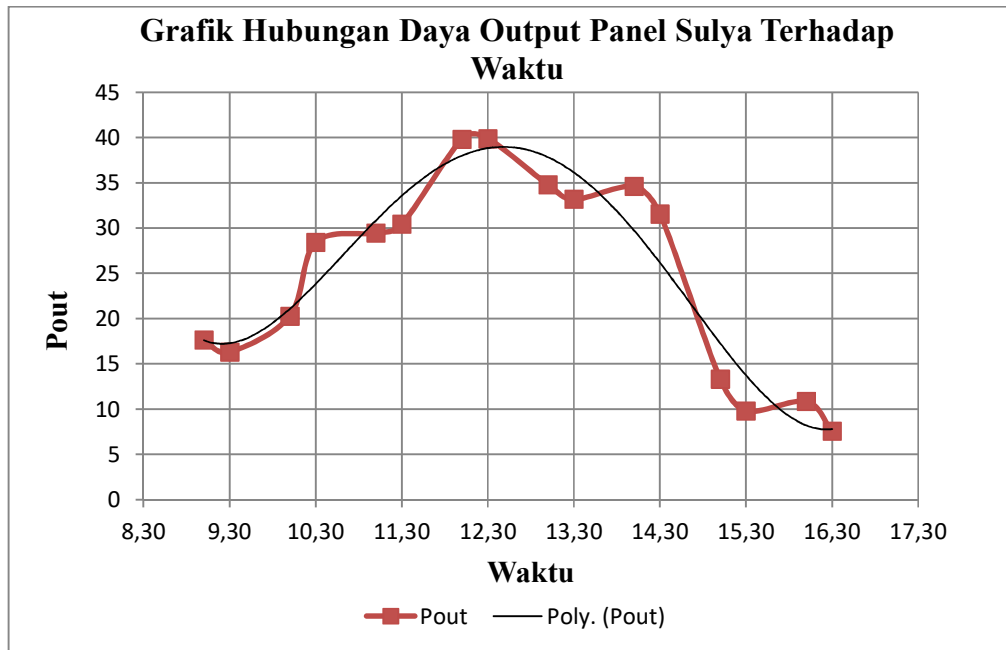
Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas, maka diperoleh tabel hasil analisis data pengujian panel surya sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Analisis Data Pengujian Panel Surya pada Hari Kedua

(Sabtu, 21 Agustus 2021)

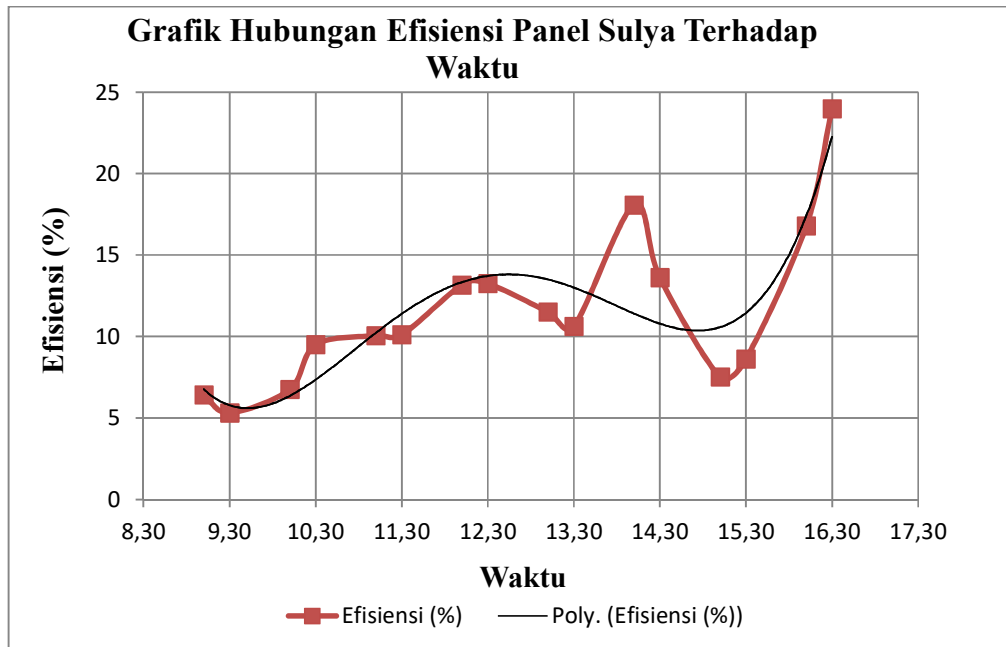
No	Waktu (WITA)	G (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (A)	Pin (W)	Pout (W)	Eff (%)
1	09:00	873	16.04	1.1	274.995	17.644	6.41612
2	09:30	975	16.32	1	307.125	16.32	5.3138
3	10:00	952	16.89	1.2	299.88	20.268	6.7587
4	10:30	950	17.77	1.6	299.25	28.432	9.50109
5	11:00	930	18.41	1.6	292.95	29.456	10.055
6	11:30	956	19.02	1.6	301.14	30.432	10.1056
7	12:00	960	18.96	2.1	302.4	39.816	13.1667
8	12:30	956	19.94	2	301.14	39.88	13.243
9	13:00	960	19.33	1.8	302.4	34.794	11.506
10	13:30	991	18.43	1.8	312.165	33.174	10.6271
11	14:00	608	17.31	2	191.52	34.62	18.0764
12	14:30	736	15.78	2	231.84	31.56	13.6128
13	15:00	562	16.64	0.8	177.03	13.312	7.51963
14	15:30	360	19.56	0.5	113.4	9.78	8.62434
15	16:00	205	18.07	0.6	64.575	10.842	16.7898

5). Grafik Pengujian Panel Surya



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Daya Output Panel Surya terhadap Waktu

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai tertinggi untuk daya output panel surya (Pout) berada pada pukul 12: 30 WITA yaitu 39.88 W dan nilai terendah berada pada pukul 16:30 WITA yaitu 7.555 W dalam kondisi cuaca cerah. Hal ini dikarenakan daya output (Pout) berbanding lurus dengan Intensitas cahaya matahari (G). Semakin besar intensitas cahaya matahari maka semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh panel surya. Dari trend grafik dapat dilihat bahwa daya output panel surya mengalami kenaikan yang cukup besar dari pukul 10:30-14:30 WITA. Daya output yang dihasilkan berkisar antara 28.432 W sampai 39.88 W dan dari pukul 15:00 WITA daya output panel surya mengalami penurunan karena kurangnya sinar matahari.



Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Panel Surya terhadap Waktu

4.4 Hasil Pengujian

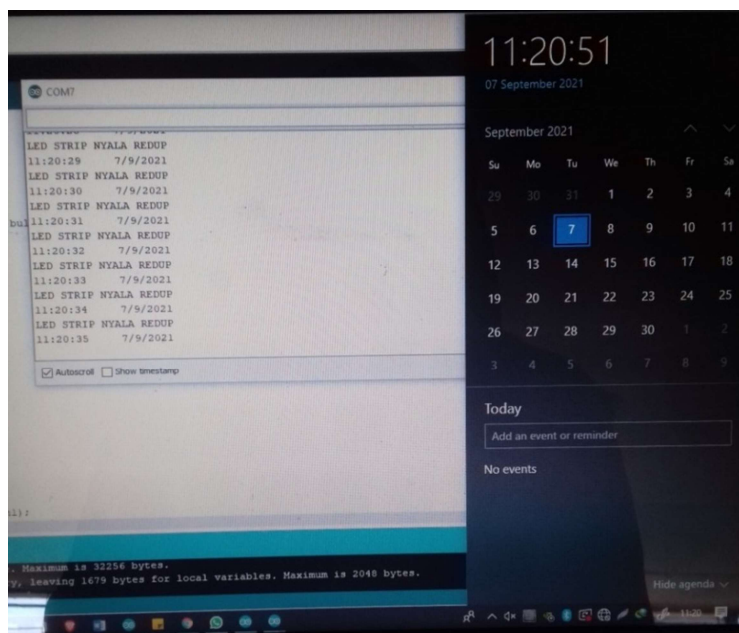
Pada pengujian di lapangan pembangkit hanya menyimpan daya yang dihasilkan menggunakan media penyimpanan baterai. Pada malam hari daya yang disimpan pada baterai digunakan untuk menyalakan lampu dengan daya maksimal lampu adalah 23 Watt dan daya minimum lampu adalah 0.1 Watt. Saat pengujian dilapangan ketika beban beroperasi belum pernah terjadi beban melebihi batas maksimum,

4.4.1 Pengujian Modul RTC (*Real Time Clock*)

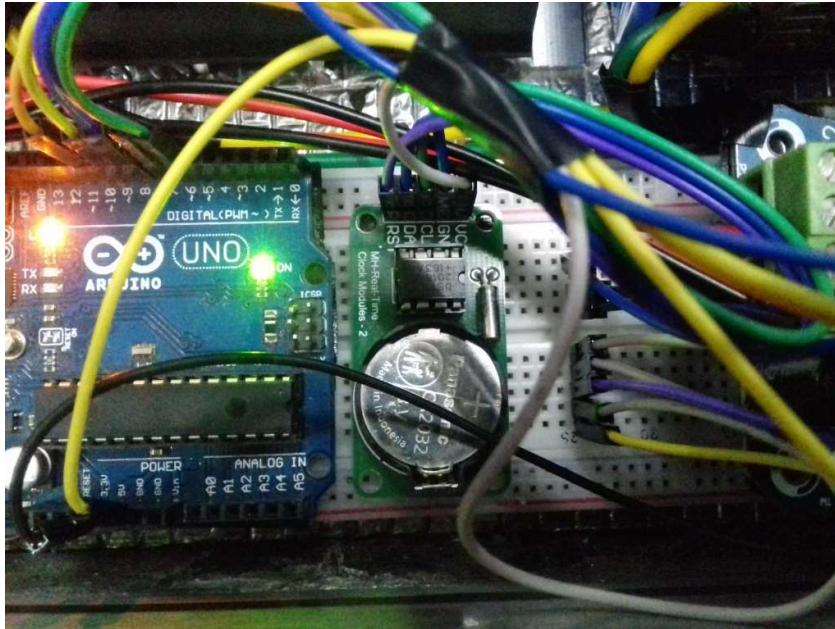
Pengujian RTC berfungsi untuk memastikan waktu yang akan dikirim ke kontroller sesuai dengan waktu real pada saat mengirim sehingga bisa membandingkan berapa selisih dari waktu real dan waktu pada saat controller berjalan.

Tabel 4.5 Pengujian Modul RTC (*Real TimeClock*)

WAKTU REAL	WAKTU RTC	SELISIH
11:20:29	11:20:45	00:00:16
11:20:30	11:20:46	00:00:16
11.:20:31	11:20:47	00:00:16
11:20:32	11:20:48	00:00:16
11:20:33	11:20:49	00:00:16
11:20:34	11:20:50	00:00:16
11:20:35	11:20:51	00:00:16



Gambar 4.7 Selisih Waktu Real dan Waktu RTC pada Program



Gambar 4.8 Rangkaian RTC pada Controller

4.4.2 Pengujian Driver dan PWM

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui besar penggunaan daya pada lampu LED. Hasil pengukuran daya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.6 hasil pengujian Controller tanpa RTC

PWM	V (V)		I (A)		LUMEN
	Baterai	LED	Baterai	LED	
50	16.8	3.25	0.24	0.21	2245
100	16.8	6.43	0.44	0.4	6871
150	16.8	9.55	0.66	0.61	21908
200	16.8	12.65	0.83	0.85	56424
255	16.8	16.13	1.6	1.4	64024

Dari hasil pengoperasian, maka dapat diketahui konsumsi daya pada saat lampu diberikan PWM yang berbeda, perhitungannya sebagai berikut

Konsumsi daya pada saat lampu redup :

PWM = 100

$$V_{LED} = 6.43 \text{ V}$$

$$I_{LED} = 0,4 \text{ A}$$

$$P = V_{LED} \times I_{LED}$$

$$P = 6.43 \text{ V} \times 0,4 \text{ A}$$

$$P = 2,572 \text{ Watt}$$

Konsumsi daya pada saat lampu terang :

$$PWM = 255$$

$$V_{LED} = 16.13 \text{ V}$$

$$I_{LED} = 1,4 \text{ A}$$

$$P = V_{LED} \times I_{LED}$$

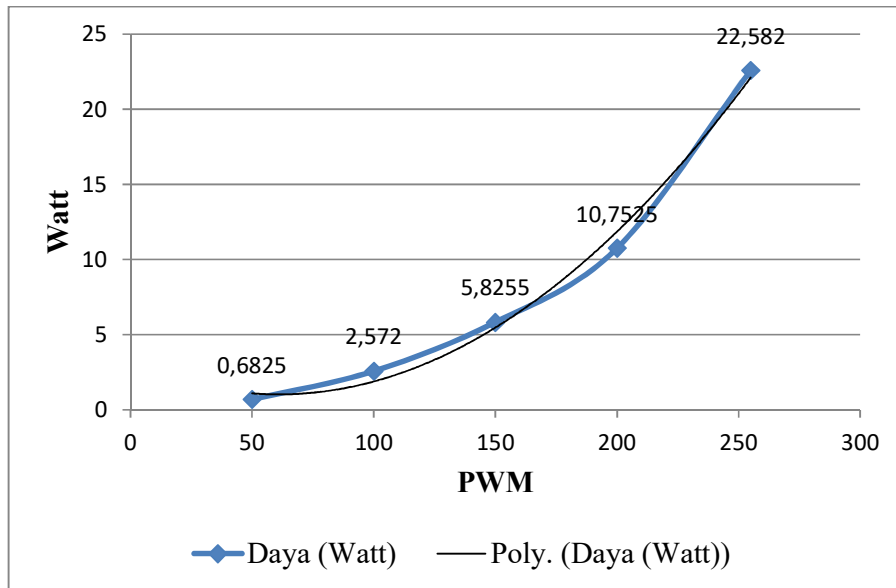
$$P = 16.13 \text{ V} \times 1,4 \text{ A}$$

$$P = 22,582 \text{ Watt}$$

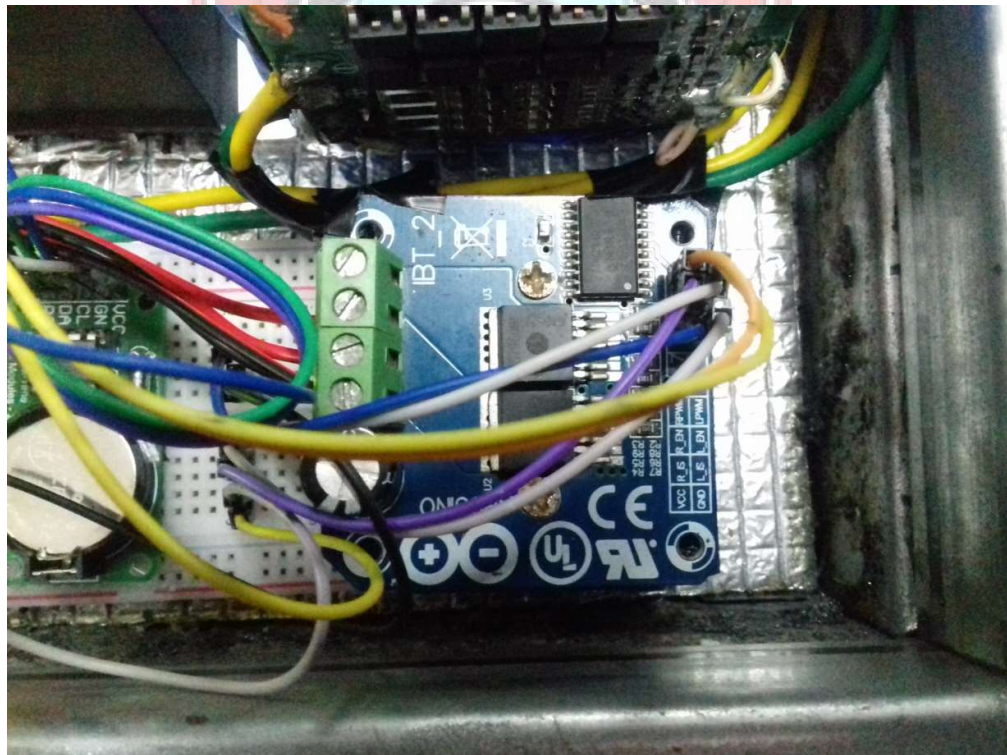
Penggunaan daya dari lampu LED sekitar 22,582 watt pada kondisi *duty cycle* 100%

Tabel 4.7 Hasil perhitungan daya

PWM	V (V)		I (A)		LUMEN	WATT
	Baterai	LED	Baterai	LED		
50	16.8	3.25	0.24	0.21	2245	0.6825
100	16.8	6.43	0.44	0.4	6871	2.572
150	16.8	9.55	0.66	0.61	21908	5.8255
200	16.8	12.65	0.83	0.85	56424	10.7525
255	16.8	16.13	1.6	1.4	64024	22.582



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara PWM dan Daya (Watt)



Gambar 4.10 Rangkaian Driver BTS pada Controller

$$GDuty\ Cycle = t_{ON} / (t_{ON} + t_{OFF}) \times 100\%$$

Dengan menggunakan tabel 13 maka dapat dihitung *Duty Cycle* pada rangkaian PWM yang digunakan:

Diketahui:

t_{ON} : 4.5 Jam

t_{OFF} : 7.5 jam

Ditanyakan :

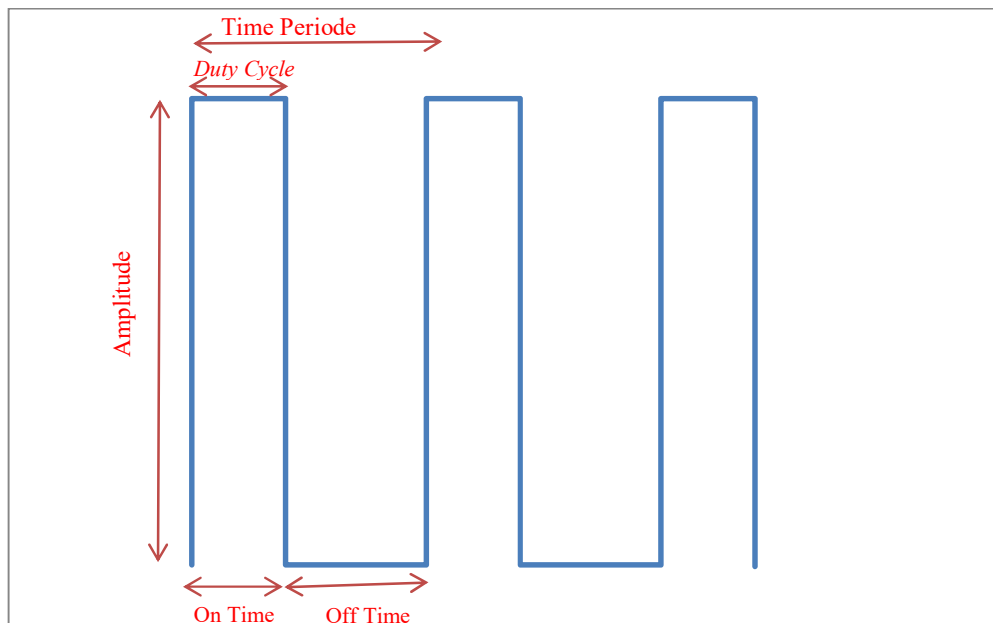
Duty Cycle ?

Penyelesaian:

$$Duty\ Cycle = t_{ON} / (t_{ON} + t_{OFF}) \times 100\%$$

$$Duty\ Cycle = 4.5 / (4.5 + 7.5) \times 100\%$$

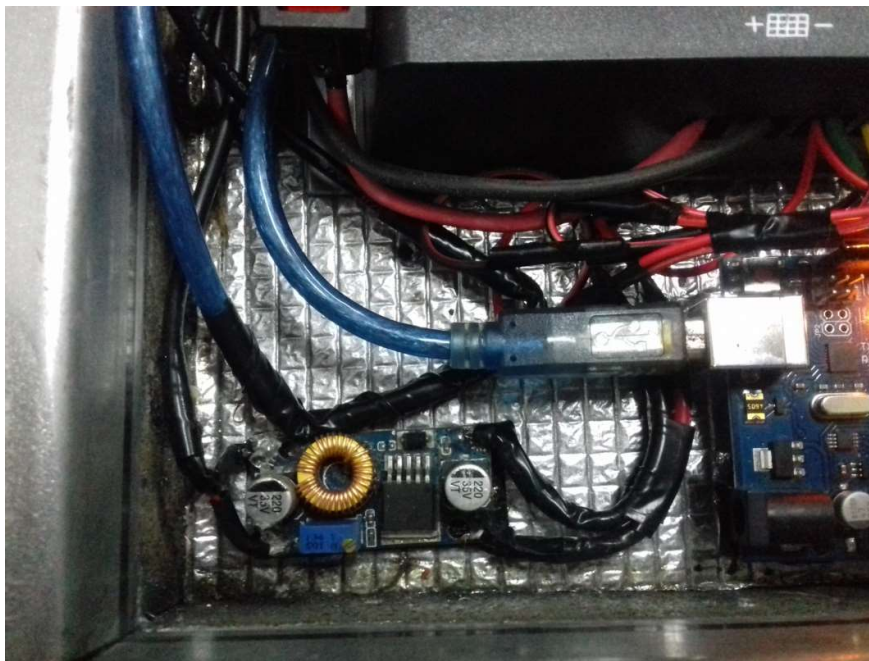
$$Duty\ Cycle = 37.5\%$$



Gambar 4.11 Sinyal PWM dengan Siklus Kerja 37.5%

4.4.3 Pengujian *Power Supply*

Untuk mengetahui *power supply* hasil perancangan berfungsi dengan dengan baik atau tidak yaitu dengan dilakukan pengujian atau pengukuran tegangan *output*, dengan cara voltmeter dihubung paralel dengan terminal *output* yang akan diukur. Hasil pengujian seperti terlihat dalam tabel dibawah.



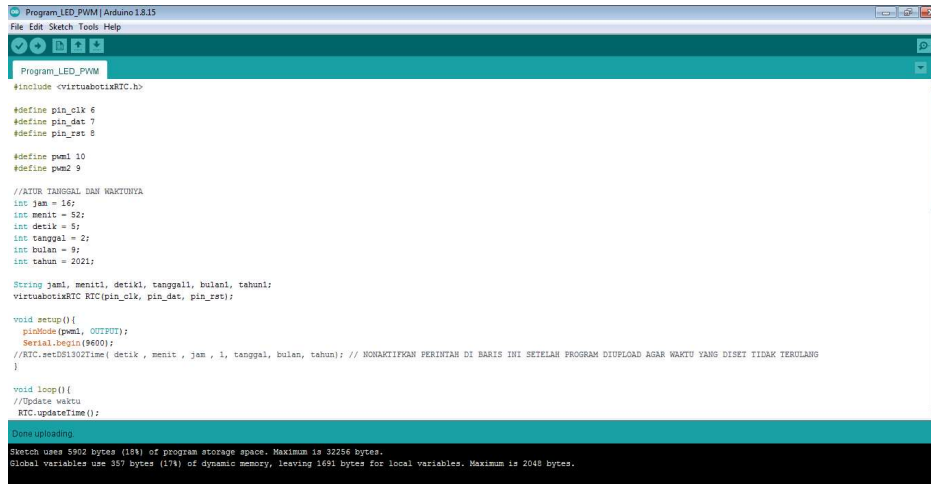
Gambar 4.12 Rangkaian *Power Supply* pada Controller

Tabel 4.8 Pengujian Tegangan Output *Power Supply*

V Input(V)	V output (V)	V Baterai (V)
16.13	5.00	16.14

4.4.4 Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno

Untuk mengetahui apakah semua rangkaian komponen dan pengiriman program dari arduino IDE ke perangkat mampu berjalan sesuai program yang sudah diatur sebelumnya.



```
Program_LED_PWM | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help

Program_LED_PWM

#include <virtuabotikRTC.h>

#define pin_clk 6
#define pin_dat 7
#define pin_rev 8

#define pmw1 10
#define pmw2 9

//ATUR TANGGAL DAN WAKTUNYA
int jam = 16;
int menit = 52;
int detik = 32;
int tanggal = 2;
int bulan = 9;
int tahun = 2021;

String jami, menit, detik, tanggal, bulan, tahun;
virtuabotikRTC RTC(pin_clk, pin_dat, pin_rev);

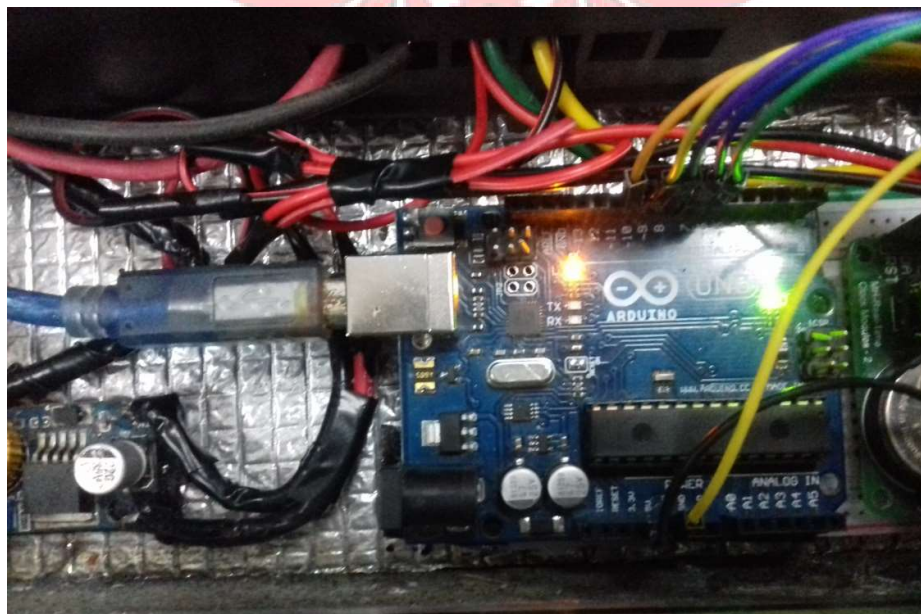
void setup(){
  pinMode(pmw1, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  //RTC.setTime(detik , menit , jam , 1, tanggal, bulan, tahun); //NONAKTIFKAN PERINTAH DI BARIS INI SETELAH PROGRAM DIUPLOAD AGAR WAKTU YANG DISET TIDAK TERUBAH
}

void loop(){
  //Update waktu
  RTC.updateTime();
}

Done uploading

Sketch uses 5902 bytes (15%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 357 bytes (17%) of dynamic memory, leaving 1691 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Gambar 4.13 Uploading ProgramArduino



Gambar 4.14 RangkaianArduino pada Controller

4.4.5 Menghitung Daya Lampu LED

Untuk menghitung daya lampu LED menggunakan rumus padapersamaan 2.1 dengan menggunakan data setiap setengah jam pada lampiran Tabel 13, maka didapatkan nilai daya lampu LED sebagai berikut:

$$P_{LED} = V \times I$$

Diketahui:

$$\text{Tegangan Lampu LED (V)} = 14.34 \text{ V}$$

$$\text{Arus Lampu LED (I)} = 0.93 \text{ A}$$

Ditanyakan:

energi Lampu LED (P_{LED}) ... ?

Penyelesaian:

$$P_{LED} = V \times I$$

$$P_{LED} = (14.34) (0.93)$$

$$P_{LED} = 13.3362 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas, maka diperoleh tabel hasil analisis data pengujian lampu LED sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil Analisis Data Pengujian Lampu LED hari ke-6

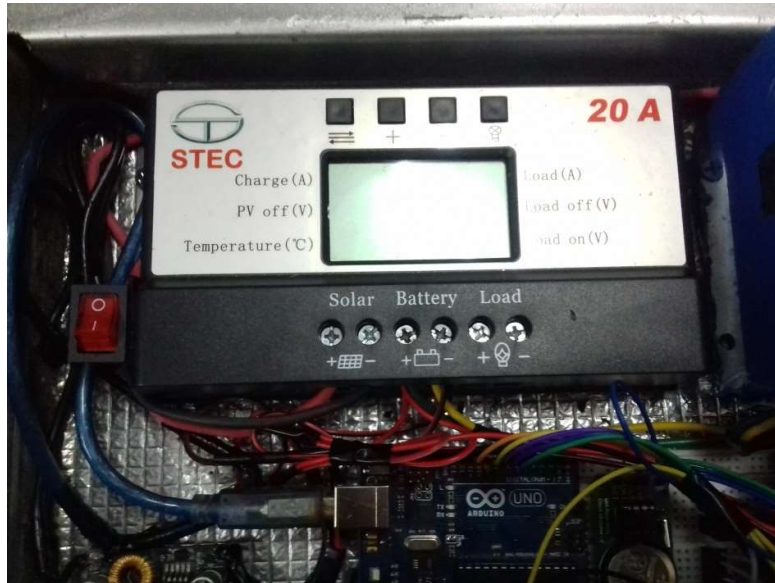
(Sabtu, 04 September 2021)

NO	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Lumen	PWM	Daya (Watt)
1	18.00	14.34	0.93	63100	255	13.3362
2	18.30	14.03	0.9	63089	255	12.627
3	19.00	14.01	0.87	62907	255	12.1887

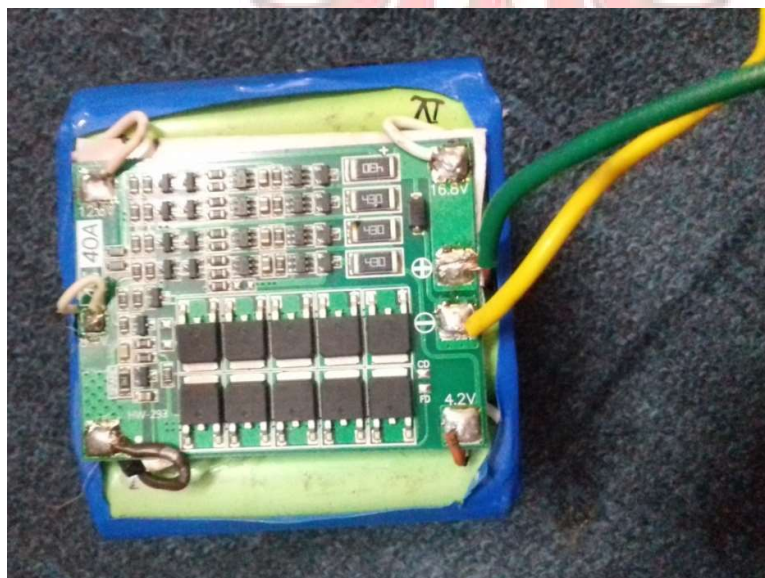
4	19.30	13.98	0.84	62856	255	11.7432
5	20.00	13.78	0.77	62771	255	10.6106
6	20.30	13.64	0.75	62569	255	10.23
7	21.00	13.52	0.71	62472	255	9.5992
8	21.30	5.34	0.27	6791	100	1.4418
9	22.00	5.33	0.24	6665	100	1.2792
10	22.30	5.24	0.23	6598	100	1.2052
11	23.00	5.19	0.22	6479	100	1.1418
12	23.30	5.05	0.18	6338	100	0.909
13	00.00	2.85	0.2	2103	50	0.57
14	00.30	2.67	0.19	1994	50	0.5073
15	01.00	2.53	0.19	1976	50	0.4807
16	01.30	2.39	0.17	1887	50	0.4063
17	02.00	2.17	0.16	1841	50	0.3472
18	02.30	2.04	0.14	1799	50	0.2856
19	03.00	1.98	0.13	1702	50	0.2574
20	03.30	1.78	0.13	1682	50	0.2314
21	04.00	1.68	0.12	1641	50	0.2016
22	04.30	11.87	0.7	55104	200	8.309
23	05.00	11.72	0.69	54997	200	8.0868
24	05.30	1.56	0.1	1595	50	0.156
25	06.00	-	-	-	0	0

4.4.6 Pengujian Pengisian Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai serta mengetahui apakah SCC yang dihubungkan dengan panel dan baterai mampu mengatur pengisian baterai meskipun dikondisi cuaca yang mendung.



Gambar 4.15 Rangkaian SCC padaa Controller



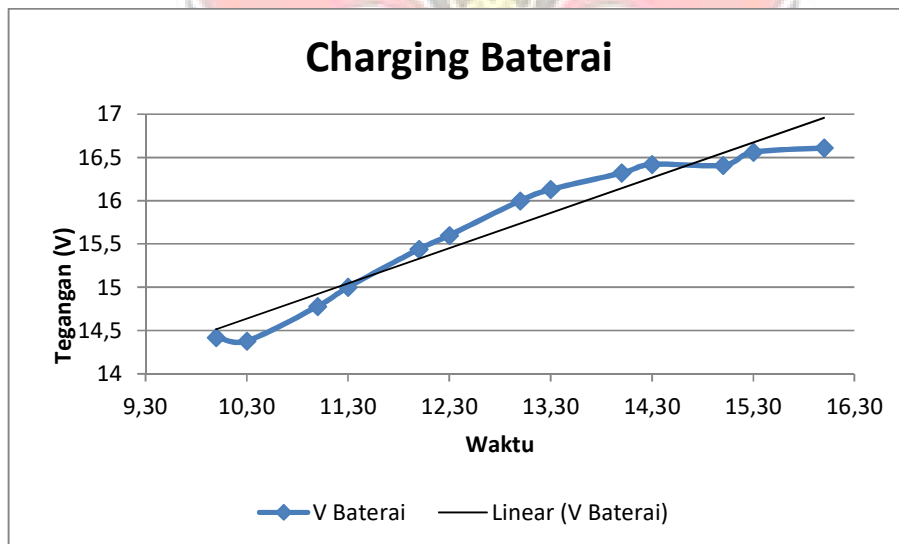
Gambar 4.16 Baterai Lithium 16.8 V

Pada pengujian ini baterai dan panel surya telah dihubungkan dengan SCC untuk melakukan pengisian daya, waktu pengisian diambil ketika cuaca mendung yaitu pada hari ketujuh dari pukul 10.00 – 11.30, berikut adalah tabel data pengisian baterai.

Tabel 4.10 Data Pengisian Baterai pada Hari Ketujuh dengan Cuaca Mendung (Senin, 06 September 2021)

NO	Waktu	V (V)		I (A)		Intensitas Matahari
		Panel	Baterai	Panel	Baterai	
1	10.00	14.99	14.42	1	1	402
2	10.30	15.15	14.38	0.8	0.8	416
3	11.00	15.23	14.78	0.9	0.9	394
4	11.30	15.35	15	0.1	0.1	110

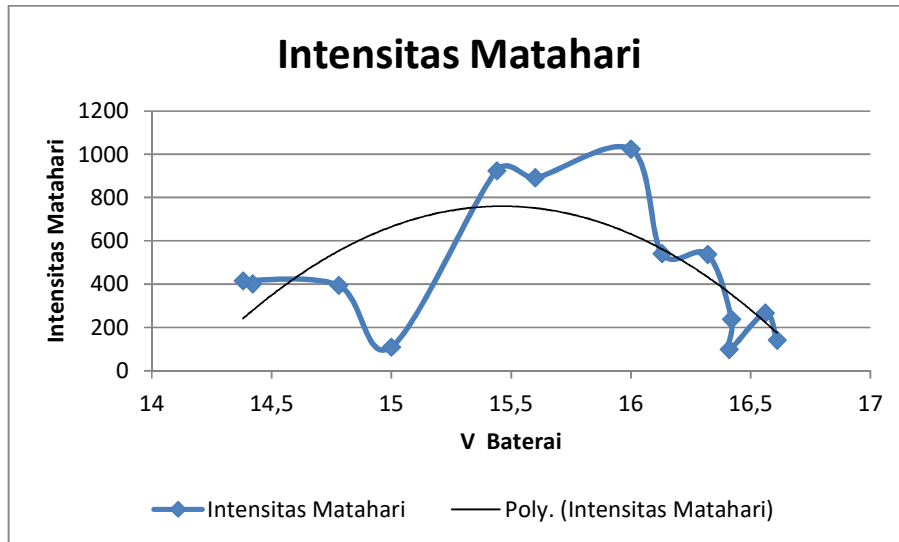
Dari tabel dapat disimpulkan bahwa panel akan tetap mengisi baterai jika tegangan yang masuk ke SCC masih menghasilkan arus.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Waktu Pengisian Daya Terhadap Tegangan

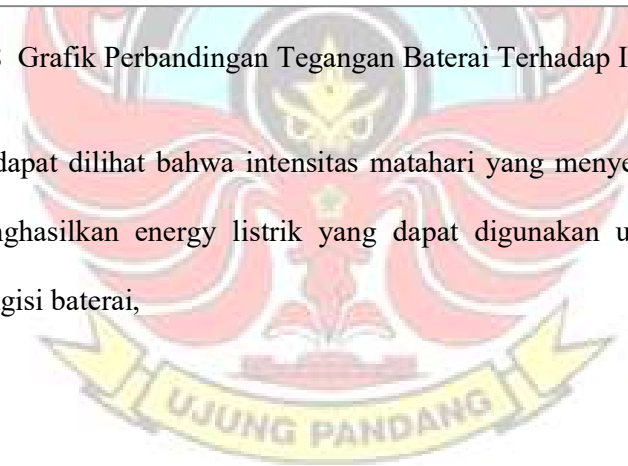
Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengisian baterai maka semakin tinggi juga nilai tegangan baterai, adapun ketika cuaca beralih dari cerah

ke mendung maka baterai mengalami penurunan tegangan setelah itu akan mengalami kenaikan kembali sampai baterai terisi full.



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Tegangan Baterai Terhadap Intensitas Matahari

Dari grafik dapat dilihat bahwa intensitas matahari yang menyentuh panel surya mampu menghasilkan energy listrik yang dapat digunakan untuk membebani ataupun mengisi baterai,



BAB V PENUTUP

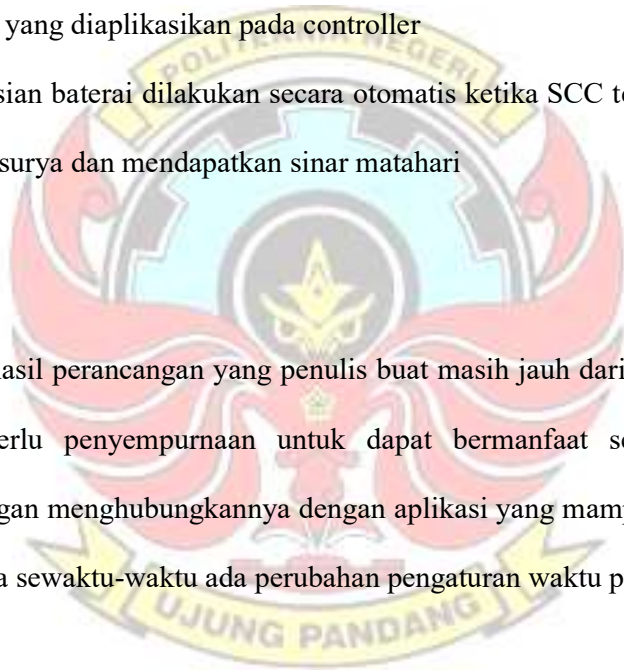
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol yang dibuat mampu berfungsi dengan baik, LED akan menyala terang sesuai settingan waktu pada program
2. Kontroller mampu menghemat penggunaan baterai dengan pengaturan PWM yang diaplikasikan pada controller
3. Pengisian baterai dilakukan secara otomatis ketika SCC terhubung dengan panel surya dan mendapatkan sinar matahari

5.2 Saran

Alat hasil perancangan yang penulis buat masih jauh dari sempurna untuk itu masih perlu penyempurnaan untuk dapat bermanfaat secara maksimal, misalkan dengan menghubungkannya dengan aplikasi yang mampu diatur melalui android ketika sewaktu-waktu ada perubahan pengaturan waktu penyalaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Afwan, M. A., & Bayusari, I. (2018). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Desa Batu Kunik Lumpo Kecamatan Iv Jurai Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat* (Doctoral Dissertation, Sriwijaya University).
- Gunawan, N. S., Kumara, I. S., & Irawati, R. (2019). Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) 26, 4 Kwp Pada Sistem Smart Microgrid Unud. *Jurnal Spektrum* Vol, 6(3).
- http://saptiningsihika.blogspot.com/2014/07/rangkaian-dimmer-https://prezi.com/a_t-ovrfgvon/triac-dan-diac-pada-rangkaian-dimmer/
- <https://Teknikelektronika.Com/Pengertian-Pwm-Pulse-Width-Modulation-Atau-Modulasi-Lebar-Pulsa/>
- <https://www.andalanelektro.id/2020/05/rangkaian-elektronika-pengatur-terang-dimmer-lampu->
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(1).
- Marinus, F., Yulianti, B., & Haryanti, M. (2020). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Berdasarkan Waktu Menggunakan Rtc Berbasis Arduino Uno Pada Tanaman Tomat. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1).
- Mulyadi, C. D. (2020). Perancangan Pengendalian Lampu Menggunakan Berbasis Arduino Uno Dengan Dimmer Lampu. *Techno-Socio Ekonomika*, 12(1), 5-13.
- PUTRA, M. S. (2019). *Pengaplikasian Sensor Warna pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah berbasis Mikrokontroler* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Riza, R., Andryries, D., Hermanto, S., & Mti, D. (2014). Rancang Bangun Prototype Perangkat Aplikasi Wifi Lamp Berbasis Mikrokontroler Dan Aplikasi Menggunakan Platform Android.
- Sianipar, R. (2017). Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 11(2).

Sihaloho, D. F. (2014).Kendali Kecerahaan Lampu Menggunakan Fuzzy Logic dan Monitoring Berbasis labVIEW. *Batam: Politeknik Negeri Batam*.

Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 9(1).

Widodo, D. A., & Andrasto, T. (2010).Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 6.

Winardi, S., & Kamisutara, M. (2016). Pengendali Tanpa Kabel Lampu Dimmer Led Menggunakan Microcontroller Dengan Metode Pwm (Pulse Width Modulation). *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).



L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran 1

Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Pertama

Hari/Tanggal : Jumat, 20 Agustus 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 15.68

V Baterai Sesudah Pengisian : 16.8

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS MATAHARI	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI		
09.00	16.04	15.74	0.04	0.04	880	Cerah
09.30	15.78	15.64	0.05	0.05	874	Cerah
10.00	16.30	16.13	1.6	1.6	928	Cerah
10.30	16.59	16.35	1.6	1.6	930	Cerah
11.00	16.75	16.6	1.4	1.4	950	Cerah
11.30	19.79	16.65	1.4	1.4	942	Cerah
12.00	17.15	16.73	1.4	1.4	954	Cerah
12.30	19.74	16.8	1.3	1.3	962	Cerah
13.00	17.72	16.8	1.3	1.3	898	Cerah
13.30	-	-	-	-	-	Baterai Full
14.00	-	-	-	-	-	
14.30	-	-	-	-	-	
15.00	-	-	-	-	-	
15.30	-	-	-	-	-	
16.00	-	-	-	-	-	
16.30	-	-	-	-	-	

Lampiran 2

Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Kedua

Hari/Tanggal : Sabtu, 21 Agustus 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 12.34

V Baterai Sesudah Pengisian : 16.73

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS MATAHARI	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI		
9.00	16.04	12.52	1.1	1.1	873	Cerah
9.30	16.32	12.87	1	1	975	Cerah
10.00	16.89	13.25	1.2	1.2	952	Cerah
10.30	17.77	13.76	1.6	1.6	950	Cerah
11.00	18.41	13.99	1.6	1.6	930	Cerah
11.30	19.02	14.38	1.6	1.6	956	Cerah
12.00	18.96	14.76	2.1	2.1	960	Cerah
12.30	19.94	14.89	2	2	956	Cerah
13.00	19.33	15.14	1.8	1.8	960	Cerah
13.30	18.43	15.32	1.8	1.8	991	Cerah
14.00	17.31	15.64	2	2	608	Cerah
14.30	15.78	16.13	2	2	736	Cerah
15.00	16.64	16.35	0.8	0.8	562	Cerah
15.30	19.56	16.6	0.5	0.5	360	Cerah
16.00	18.07	16.65	0.6	0.6	205	Cerah
16.30	15.11	16.73	0.5	0.5	100	Cerah

Lampiran 3

Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Ketiga

Hari/Tanggal : Ahad, 22 Agustus 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 12.2

V Baterai Sesudah Pengisian : 15.32

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS MATAHARI	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI		
09.00	15.82	12.21	1	1	805	Cerah
09.30	16.01	12.57	1.2	1.2	875	Cerah
10.00	16.76	12.85	1	1	850	Cerah
10.30	16.13	12.91	1.4	1.4	977	Cerah
11.00	15.94	13.34	1.7	1.7	980	Cerah
11.30	16.35	13.75	1.7	1.7	984	Cerah
12.00	16.63	13.98	2.3	2.3	995	Cerah
12.30	18.32	14.41	2	2	976	Cerah
13.00	17.75	14.69	1.7	1.7	981	Cerah
13.30	18.43	14.9	1.8	1.8	976	Cerah
14.00	13.3	14.52	0.5	0.5	867	mendung
14.30	13.43	14.45	0.5	0.5	604	mendung
15.00	15.11	14.61	0.9	0.9	587	Cerah
15.30	14.65	14.87	0.9	0.9	303	Cerah
16.00	15.31	15.03	0.7	0.7	208	Cerah
16.30	14.98	15.32	0.6	0.6	89	Cerah



Lampiran 4

Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Keempat

Hari/Tanggal : Kamis, 02 September 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 12.11

V Baterai Sesudah Pengisian : 16.14

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS MATAHARI	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI		
09.00	-	-	-	-	-	-
09.30	-	-	-	-	-	-
10.00	-	-	-	-	-	-
10.30	-	-	-	-	-	-
11.00	16.23	13.67	2.3	2.3	980	Cerah
11.30	17.33	13.92	1.3	1.3	990	Cerah
12.00	16.08	14.08	1.2	1.2	987	Cerah
12.30	16.11	14.32	2	2	834	Cerah
13.00	17.99	14.62	2.1	2.1	877	Cerah
13.30	15.31	14.89	1.8	1.8	895	Cerah
14.00	17.77	15.02	0.9	0.9	703	Cerah
14.30	15.32	15.23	0.8	0.8	761	Cerah
15.00	15.16	15.51	0.92	0.92	801	Cerah
15.30	15.34	15.77	0.7	0.7	603	Cerah
16.00	14.52	15.89	0.5	0.5	593	Cerah
16.30	14.01	16.14	0.5	0.5	477	Cerah



Lampiran 5**Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Kelima**

Hari/Tanggal : Jumat, 03 September 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 13.6

V Baterai Sesudah Pengisian : 15.76

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS MATAHARI	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI		
09.00	-	-	-	-	-	-
09.30	-	-	-	-	-	-
10.00	-	-	-	-	-	-
10.30	-	-	-	-	-	-
11.00	15.36	14.78	1.6	1.6	789	Cerah
11.30	15.73	14.95	2.3	2.3	871	Cerah
12.00	15.95	15.61	2	2	921	Cerah
12.30	16.09	15.76	1.3	1.3	602	mendung
13.00	-	-	-	-	-	hujan
13.30	-	-	-	-	-	-
14.00	-	-	-	-	-	-
14.30	-	-	-	-	-	-
15.00	-	-	-	-	-	-
15.30	-	-	-	-	-	-
16.00	-	-	-	-	-	-
16.30	-	-	-	-	-	-



Lampiran 6

Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Keenam

Hari/Tanggal : Sabtu, 04 September 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 12.41

V Baterai Sesudah Pengisian : 15.21

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI	MATAHARI	
09.00	15.44	12.51	0.8	0.8	700	Cerah
09.30	15.53	12.75	1	1	897	Cerah
10.00	16.98	12.97	1.2	1.2	965	Cerah
10.30	17.02	13.24	2.1	2.1	993	Cerah
11.00	15.21	12.96	0.6	0.6	501	mendung
11.30	-	-	-	-	-	hujan
12.00	-	-	-	-	-	gerimis
12.30	15.87	13.21	1	1	721	Cerah
13.00	16.97	13.49	2.3	2.3	895	Cerah
13.30	17.16	13.78	2.3	2.3	904	Cerah
14.00	16.81	13.92	1.7	1.7	889	Cerah
14.30	16.05	14.31	1.6	1.6	798	Cerah
15.00	15.77	14.53	0.9	0.9	705	Cerah
15.30	15.69	14.81	0.8	0.8	600	Cerah
16.00	15.45	15.11	0.6	0.6	522	Cerah
16.30	15.3	15.39	0.6	0.6	463	Cerah

Lampiran 7

Data Hasil Percobaan PLTS Tanpa Beban Hari Ketujuh

Hari/Tanggal : Senin, 06 September 2021

V Baterai Sebelum Pengisian : 11.62

V Baterai Sesudah Pengisian : 15

WAKTU	V (V)		I (A)		INTENSITAS MATAHARI	KET
	PANEL	BATERAI	PANEL	BATERAI		
09.00	-	-	-	-	-	-
09.30	-	-	-	-	-	-
10.00	14.99	14.42	1	1	402	mendung
10.30	15.15	14.38	0.8	0.8	416	mendung
11.00	15.23	14.78	0.9	0.9	394	mendung
11.30	15.35	15	0.1	0.1	110	mendung
12.00	16.37	15.44	0.9	0.9	924	Cerah
12.30	16.27	15.6	2.2	2.2	892	Cerah
13.00	16.67	16	1.8	1.8	1024	Cerah
13.30	16.72	16.13	1.3	1.3	542	Cerah
14.00	16.86	16.32	1	1	538	Cerah
14.30	16.67	16.42	0.1	0.1	238	mendung
15.00	16.84	16.41	0.2	0.2	99	gerimis
15.30	16.9	16.56	0.3	0.3	266	Cerah
16.00	16.83	16.61	0	0	142	Cerah
16.30	-	-	-	-	-	baterai full

Lampiran 8

Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Pertama

Hari/Tanggal : Jumat, 20 Agustus 2021

Tegangan Awal :16.6

Tegangan Akhir :12.34

WAKTU	V (V)			I (A)			LUMEN	PWM	KET
	BATERAI	SCC	LAMPU	BATERAI	SCC	LAMPU			
18.00	16.43	16.41	6.64	0.52	0.52	0.5	6850	100	Led Redup
18.30	16.21	16.25	6.64	0.51	0.51	0.48	6848	100	Led Redup
19.00	15.98	16.03	6.62	0.5	0.5	0.47	6846	100	Led Redup
19.30	15.72	15.87	6.61	0.48	0.48	0.47	6847	100	Led Redup
20.00	15.45	15.49	6.59	0.47	0.47	0.46	6842	100	Led Redup
20.30	15.26	15.31	6.59	0.6	0.6	0.44	6839	100	Led Redup
21.00	15.02	15.12	6.58	0.43	0.43	0.42	6835	100	Led Redup
21.30	14.89	14.97	6.57	0.42	0.42	0.41	6834	100	Led Redup
22.00	14.76	14.81	6.57	0.41	0.41	0.4	6827	100	Led Redup
22.30	14.63	14.65	6.55	0.4	0.4	0.38	6824	100	Led Redup
23.00	14.44	14.54	6.54	0.38	0.38	0.37	6821	100	Led Redup
23.30	14.13	14.21	6.53	0.37	0.37	0.36	6814	100	Led Redup
00.00	14.01	14.12	6.52	0.35	0.35	0.34	6808	100	Led Redup
00.30	13.86	13.91	6.5	0.34	0.34	0.34	6796	100	Led Redup
01.00	13.61	13.72	6.47	0.34	0.34	0.33	6786	100	Led Redup
01.30	13.4	13.52	6.46	0.32	0.32	0.3	6759	100	Led Redup
02.00	13.35	13.36	6.45	0.3	0.3	0.28	6721	100	Led Redup
02.30	13.23	13.25	6.42	0.28	0.28	0.27	6718	100	Led Redup
03.00	13.03	13.11	6.42	0.27	0.27	0.27	6691	100	Led Redup
03.30	12.95	13.01	6.4	0.26	0.26	0.25	6680	100	Led Redup
04.00	12.84	12.99	6.38	0.25	0.25	0.24	6675	100	Led Redup
04.30	12.71	12.78	6.37	0.24	0.24	0.23	6658	100	Led Redup
05.00	12.68	12.7	6.37	0.23	0.23	0.23	6587	100	Led Redup
05.30	12.54	12.63	6.36	0.23	0.23	0.22	6412	100	Led Redup
06.00	12.34	12.41	6.35	0.22	0.22	0.22	6389	100	Led Redup

Lampiran 9

Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Kedua

Hari/Tanggal : Sabtu, 21 Agustus 2021

Tegangan Awal :16.73

Tegangan Akhir :13.67

WAKTU	V (V)			I (A)			LUMEN	PWM	KET
	BATERAI	SCC	LAMPU	BATERAI	SCC	LAMPU			
18.00	16.72	16.71	16.2	1.5	1.5	1.38	64045	255	Led Terang
18.30	16.69	16.64	3.37	0.25	0.25	0.23	2334	50	Led Redup
19.00	16.6	16.57	9.72	0.65	0.65	0.6	21809	150	Led Terang
19.30	16.56	16.49	6.47	0.44	0.44	0.5	6882	100	Led Redup
20.00	16.31	16.22	12.68	0.82	0.82	0.87	56453	200	Led Terang
20.30	16.23	16.18	3.34	0.25	0.25	0.21	2300	50	Led Redup
21.00	16.15	16.07	16	1.4	1.4	1.35	64004	255	Led Terang
21.30	16.01	15.98	12.56	0.79	0.79	0.85	56402	200	Led Terang
22.00	15.97	15.86	9.65	0.64	0.64	0.57	21790	150	Led Terang
22.30	15.84	15.79	6.34	0.42	0.42	0.48	6857	100	Led Redup
23.00	15.76	15.52	3.28	0.22	0.22	0.19	2294	50	Led Redup
23.30	15.51	15.42	6.27	0.39	0.39	0.47	6851	100	Led Redup
00.00	15.40	15.35	9.51	0.57	0.57	0.56	21778	150	Led Terang
00.30	15.36	15.29	12.54	0.76	0.76	0.84	56396	200	Led Terang
01.00	15.11	15.18	2.89	0.2	0.2	0.19	2276	50	Led Redup
01.30	15.04	14.89	11.31	0.75	0.75	0.78	56278	200	Led Terang
02.00	14.98	14.74	2.9	0.22	0.22	0.17	2256	50	Led Redup
02.30	14.79	14.62	8.48	0.55	0.55	0.56	21689	150	Led Terang
03.00	14.68	14.67	14.03	0.92	0.92	0.94	63989	255	Led Terang
03.30	14.62	14.61	2.82	0.2	0.2	0.16	2247	50	Led Redup
04.00	14.41	14.34	8.33	0.53	0.53	0.55	21596	150	Led Terang
04.30	14.2	13.85	2.8	0.19	0.19	0.15	2218	50	Led Redup
05.00	13.67	-	-	-	-	-	-	-	Baterai Low
05.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Lampiran 10

Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Ketiga

Hari/Tanggal : Ahad, 22 Agustus 2021

Tegangan Awal :15.32

Tegangan Akhir : 0

WAKTU	V (V)			I (A)			LUMEN	PWM	KET
	BATERAI	SCC	LAMPU	BATERAI	SCC	LAMPU			
18.00	15.3	15.22	14.6	1.52	1.52	0.95	63887	255	Led Terang
18.30	14.97	15.01	14.48	1.47	1.47	0.94	63876	255	Led Terang
19.00	14.78	14.87	14.27	1.46	1.46	0.93	63765	255	Led Terang
19.30	14.67	14.76	14.01	1.44	1.44	0.92	63682	255	Led Terang
20.00	14.54	14.63	13.97	1.43	1.43	0.9	63669	255	Led Terang
20.30	14.22	14.46	13.84	1.42	1.42	0.89	63645	255	Led Terang
21.00	14.05	14.21	13.67	1.41	1.41	0.88	63601	255	Led Terang
21.30	13.96	14	13.53	1.39	1.39	0.87	63597	255	Led Terang
22.00	13.69	13.89	13.31	1.37	1.37	0.86	63574	255	Led Terang
BATERAI TANPA TEGANGAN/ BMS RUSAK									



Lampiran 11

Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Keempat

Hari/Tanggal : Kamis, 02 September 2021

Tegangan Awal :16.2

Tegangan Akhir :11.8

WAKTU	V (V)			I (A)			LUMEN	PWM	KET
	BATERAI	SCC	LAMPU	BATERAI	SCC	LAMPU			
18.00	16.13	16.2	16.01	1.4	1.4	1.36	63026	255	Led Terang
18.30	16.02	16.12	15.89	1.37	1.37	1.35	63002	255	Led Terang
19.00	15.89	16	12.45	0.82	0.82	0.8	56154	200	Led Terang
19.30	15.67	15.85	12.32	0.81	0.81	0.79	56104	200	Led Terang
20.00	15.51	15.62	9.34	0.62	0.62	0.58	21607	150	Led Terang
20.30	15.35	15.5	9.23	0.6	0.6	0.57	21598	150	Led Terang
21.00	15.19	15.38	6.25	0.38	0.38	0.36	6782	100	Led Redup
21.30	14.99	15.13	6.12	0.37	0.37	0.35	6693	100	Led Redup
22.00	14.87	14.96	3.2	0.2	0.2	0.17	2175	50	Led Redup
22.30	14.74	14.79	2.19	0.2	0.2	0.16	1203	50	Led Redup
23.00	14.61	14.68	14.59	1.35	1.35	1.32	6287	255	Led Terang
23.30	14.46	14.52	14.34	1.34	1.34	1.31	6179	255	Led Terang
00.00	14.21	14.38	14.21	0.68	0.68	0.65	56000	200	Led Terang
00.30	14	14.23	14.11	0.67	0.67	0.64	55980	200	Led Terang
01.00	13.6	-	-	-	-	-	-	-	Baterai Low



Lampiran 12

Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Kelima

Hari/Tanggal : Jumat, 03 September 2021

Tegangan Awal :15.76

Tegangan Akhir :12.41

WAKTU	V (V)			I (A)			LUMEN	PWM	KET
	BATERAI	SCC	LAMPU	BATERAI	SCC	LAMPU			
18.00	15.69	15.6	15.01	0.95	0.95	0.93	63198	255	Led Terang
18.30	15.58	15.56	14.89	0.93	0.93	0.91	63021	255	Led Terang
19.00	15.48	15.42	14.76	0.9	0.9	0.87	62992	255	Led Terang
19.30	15.34	15.21	14.64	0.78	0.78	0.76	62831	255	Led Terang
20.00	15.23	15.18	14.52	0.76	0.76	0.73	62697	255	Led Terang
20.30	15.19	15.04	14.38	0.74	0.74	0.71	62459	255	Led Terang
21.00	15.07	15	14.15	0.73	0.73	0.7	62276	255	Led Terang
21.30	14.96	14.94	13.98	0.71	0.71	0.68	62104	255	Led Terang
22.00	14.89	14.81	5.87	0.38	0.38	0.35	6701	100	Led Redup
22.30	14.77	14.72	5.68	0.36	0.36	0.34	6681	100	Led Redup
23.00	14.65	14.6	5.52	0.33	0.33	0.31	6598	100	Led Redup
23.30	14.48	14.43	5.36	0.31	0.31	0.29	6541	100	Led Redup
00.00	14.21	14.18	3	0.21	0.21	0.18	2184	50	Led Redup
00.30	14.02	13.98	2.89	0.21	0.21	0.18	2163	50	Led Redup
01.00	13.9	13.81	2.68	0.2	0.2	0.17	2104	50	Led Redup
01.30	13.79	13.71	2.53	0.18	0.18	0.15	1997	50	Led Redup
02.00	13.62	13.59	2.34	0.17	0.17	0.14	1982	50	Led Redup
02.30	13.47	13.44	2.17	0.15	0.15	0.13	1876	50	Led Redup
03.00	13.26	13.21	2.02	0.14	0.14	0.12	1795	50	Led Redup
03.30	13.15	13.09	1.97	0.12	0.12	0.1	1755	50	Led Redup
04.00	12.98	12.89	1.83	0.09	0.09	0.08	1689	50	Led Redup
04.30	12.83	12.76	11.41	0.7	0.7	0.67	53424	200	Led Terang
05.00	12.67	12.57	11.2	0.68	0.68	0.65	53208	200	Led Terang
05.30	12.52	12.46	1.65	0.08	0.08	0.07	1641	50	Led Redup
06.00	12.41	12.31	-	-	-	-	-	0	Led Mati

Lampiran 13**Data Hasil Percobaan PLTS Berbeban Hari Keenam**

Hari/Tanggal : Sabtu, 04 September 2021

Tegangan Awal :15.38

Tegangan Akhir :11.62

WAKTU	V (V)			I (A)			LUMEN	PWM	KET
	BATERAI	SCC	LAMPU	BATERAI	SCC	LAMPU			
18.00	15.24	15.07	14.34	0.93	0.93	0.93	63100	255	Led Terang
18.30	15.06	14.89	14.03	0.96	0.96	0.9	63089	255	Led Terang
19.00	14.84	14.68	14.01	0.91	0.91	0.87	62907	255	Led Terang
19.30	14.71	14.55	13.98	0.87	0.87	0.84	62856	255	Led Terang
20.00	14.46	14.29	13.78	0.81	0.81	0.77	62771	255	Led Terang
20.30	14.37	14.22	13.64	0.79	0.79	0.75	62569	255	Led Terang
21.00	14.2	14.05	13.52	0.75	0.75	0.71	62472	255	Led Terang
21.30	14.11	14.34	5.34	0.32	0.32	0.27	6791	100	Led Redup
22.00	13.99	14.05	5.33	0.31	0.31	0.24	6665	100	Led Redup
22.30	13.78	13.68	5.24	0.28	0.28	0.23	6598	100	Led Redup
23.00	13.54	13.5	5.19	0.27	0.27	0.22	6479	100	Led Redup
23.30	13.42	13.21	5.05	0.24	0.24	0.18	6338	100	Led Redup
00.00	13.32	13.36	2.85	0.22	0.22	0.2	2103	50	Led Redup
00.30	13.16	13.24	2.67	0.21	0.21	0.19	1994	50	Led Redup
01.00	13.06	13.11	2.53	0.21	0.21	0.19	1976	50	Led Redup
01.30	12.98	13	2.39	0.2	0.2	0.17	1887	50	Led Redup
02.00	12.83	12.97	2.17	0.18	0.18	0.16	1841	50	Led Redup
02.30	12.67	12.72	2.04	0.17	0.17	0.14	1799	50	Led Redup
03.00	12.52	12.61	1.98	0.16	0.16	0.13	1702	50	Led Redup
03.30	12.41	12.5	1.78	0.14	0.14	0.13	1682	50	Led Redup
04.00	12.27	12.21	1.68	0.13	0.13	0.12	1641	50	Led Redup
04.30	12.13	12.15	11.87	0.73	0.73	0.7	55104	200	Led Terang
05.00	11.99	12.01	11.72	0.71	0.71	0.69	54997	200	Led Terang
05.30	11.87	11.92	1.56	0.12	0.12	0.1	1595	50	Led Redup
06.00	11.62	-	-	-	-	-	-	0	Led Mati

Lampiran 14

Listing Program Arduino

```
#include <virtuabotixRTC.h>

#define pin_clk 6
#define pin_dat 7
#define pin_rst 8
#define pwm1 10
#define pwm2 9

//atur tanggal dan waktunya
int jam = 16;
int menit = 52;
int detik = 5;
int tanggal = 2;
int bulan = 9;
int tahun = 2021;

String jam1, menit1, detik1, tanggal1, bulan1, tahun1;
virtuabotixRTC RTC(pin_clk, pin_dat, pin_rst);

void setup(){
  pinMode(pwm1, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);

  //RTC.setDS1302Time( detik , menit , jam , 1, tanggal, bulan, tahun); // nonaktifkan perintah
  //di baris ini setelah program diupload agar waktu yang diset tidak terulang
}

void loop(){
```




```

//Update waktu
RTC.updateTime();

//baca waktu
jam1 = RTC.hours;
menit1 = RTC.minutes;
detik1 = RTC.seconds;

//baca tanggal
tanggal1 = RTC.dayofmonth;
bulan1 = RTC.month;
tahun1 = RTC.year;
setwaktu();

//tampilkan waktu dan tanggal
Serial.print(jam1 + ":" + menit1 + ":" + detik1);
Serial.print(" ");
Serial.println(tanggal1 + "/" + bulan1 + "/" + tahun1);
delay(1000);
}

void setwaktu(){
if(jam1 == "19" && menit1 == "18"){
if(detik1 <= "30"){
analogWrite(pwm1, 10);
Serial.println ("LED STRIP NYALA REDUP");
}}
if(jam1 == "17" && menit1 == "18"){
if(detik1 >= "31"){

```



```

analogWrite(pwm1, 100 );
    Serial.println ("LED STRIP NYALA TERANG");
    }}
if(jam1 == "19" && menit1 == "19"){
if(detik1 <= "30"){
analogWrite(pwm1, 200);
    Serial.println ("LED STRIP TERANG");
    }}
if(jam1 == "19" && menit1 == "19"){
if(detik1 >= "31"){
analogWrite(pwm1, 10);
    Serial.println ("LED STRIP NYALA REDUP");
    }}
if(jam1 == "19" && menit1 == "20"){
if(detik1 <= "30"){
analogWrite(pwm1, 0);
    Serial.println ("LED STRIP MATI");
    }}
}

```

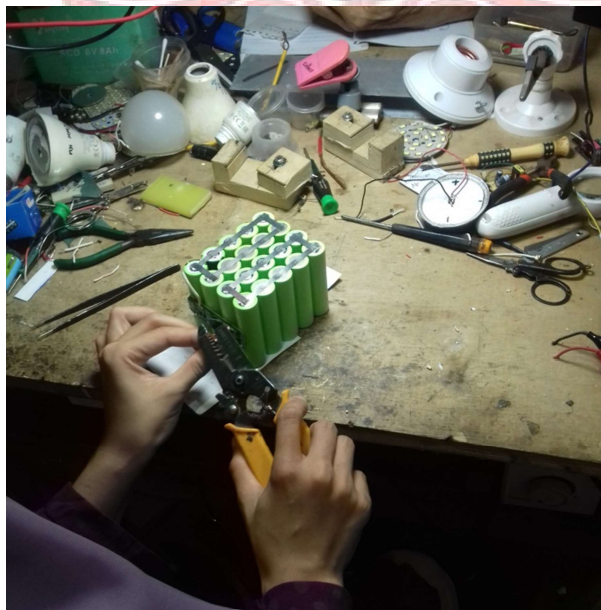
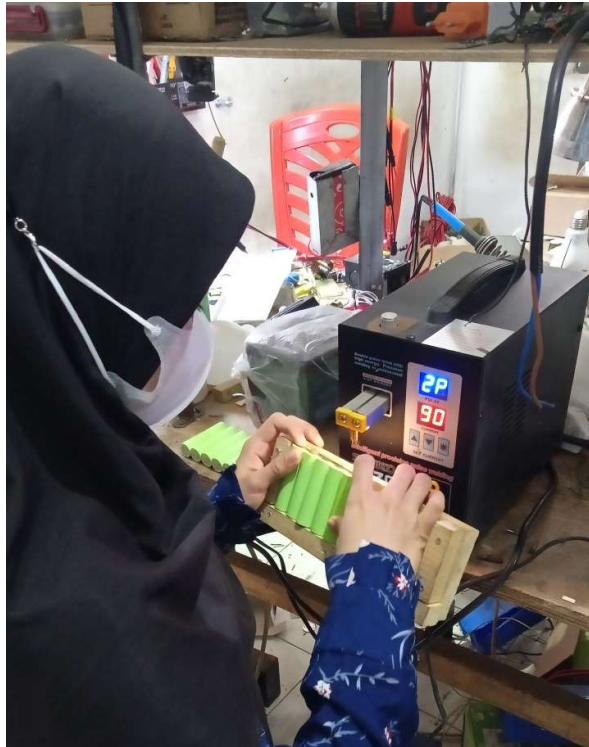


Lampiran 15
Dokumentasi Kegiatan

1. Pembuatan Rangka Panel Surya



2. Pembuatan Baterai





3. Perakitan KONTROLLER



4. Pengambilan Data



LEMBAR REVISI JUDUL SKRIPSI

Nama Mahasiswa

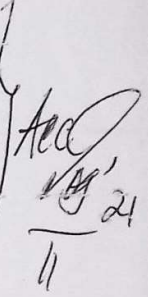
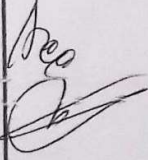
: Shiti Qamariah Kamsul Suhafiam

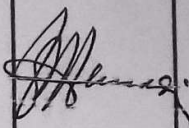
442 17 004

: Nur Intan Mayasari

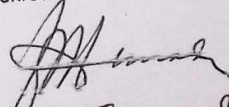
442 17 019

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	N a m a	Uraian	Tanda Tangan
1	Ir. Tasrif, M.T.		
2	Sonong, S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Bebas - apa yg abs - di libut. Supaya tes 23 Volt bisa berupa $V = ?$ 	
3	Ir. Herman, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Abstract Spasi & lining - Gambar line diagram - Tabel vi Spasi 	

Nama	Uraian	Tanda Tangan
4 Dr. Jumadi Tangko, M.Pd.	<ul style="list-style-type: none"> - Kesmpuln Hilaugles No 3 - Daftar pustaka yang baru kutip kalau ada ada di tugas pustaka 	
5 Ir. Andareas Pangkung, M.T.		
6 Sukma Abadi, S.T., M.T.		

Makassar, 24 September 2021
Ketua/Sekretaris Panitia Ujian Skripsi,


~~Ir. Tasrif, M.T.~~ Jumadi T.
 NIP

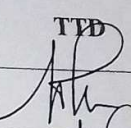
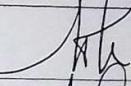
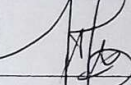
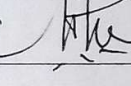
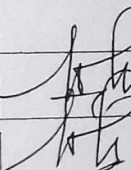
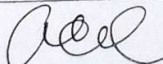
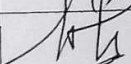
Catatan: Jika ada perubahan Judul Skripsi, konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik

**LEMBAR CATATAN KONSULTASI/ASISTENSI SKRIPSI
D4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

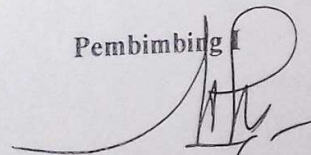
Nama Mahasiswa : 1. Shiti Qamariah Kamsul Suhaflam/44217004
2. Nur Intan Mayasari/44217019

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL SUPLAI
BEBAN PLTS MENGGUNAKAN PULSE WIDTH
MODULATION (PWM) DAN REAL TIME CLOCK
(RTC)

Nama Pembimbing I : Ir. Andareas Pangkung, M.T.

No.	Tgl	Uraian/Anjuran Pembimbing I	TTD
1.	7/7/21	Konsultasi komponen baterai	
2.	28/7/21	Pembuatan baterai	
3.	1/8/21	- lanjut pembuatan baterai - LED dan rangkaian lengkap	
4.	8/9/21	- lanjut ke Bab IV, V & kesimpulan	
5.			
6.			
7.	19/9/21	- tambahkan grafik - tambahkan gambar	
8.	21/Sep 21		
9.			
10.			

Pembimbing I



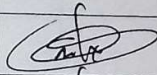
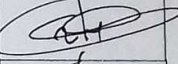
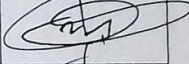
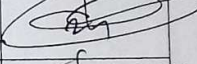
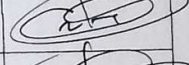

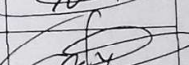

Ir. Andareas Pangkung, M.T.
NIP : 19620828 196903 1 003

**LEMBAR CATATAN KONSULTASI/ASISTENSI SKRIPSI
D4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

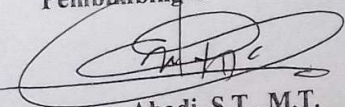
Nama Mahasiswa : 1. Shiti Qamariah Kamsul Suhaflam/44217004
2. Nur Intan Mayasari/44217019

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL SUPLAI BEBAN PLTS MENGGUNAKAN PULSE WIDTH MODULATION (PWM) DAN REAL TIME CLOCK (RTC)

Nama Pembimbing II : Sukma Abadi, S.T., M.T.

No.	Tgl	Uraian/Anjuran Pembimbing II	TTD
1.	3/7/21	Konsultasi Program	
2.	14/7/21	Konsultasi komponen kontroler	
3.	8/8/21	- Rangkaian kontroler - Gambar rangkaian kontroler	
4.	8/9/21	- Perjelas keterangan tabel data - lanjut pembahasan & kesimpulan	
5.	11/9/21	Buat laporan lengkap	
6.	16/9/21	Perbaiki tabel 4.1 Perbaiki Pembahasan	
7.	18/9/21	Tambahkan pembahasan tentang lampiran 9,11,12,13	
8.	20/9/21	ACC utk. ujian sidang	
9.			
10.			

Pembimbing II



Sukma Abadi, S.T., M.T.

NIP : 19751024 200312 1 001