



**PERANCANGAN CATU DAYA *HYBRID* SEBAGAI SUMBER
ENERGI PADA LAMPU LALU LINTAS PINTAR**

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Skripsi
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : DICKY FERNANDA PURBA
N.P.M : 1824210234
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2021

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PERANCANGAN CATU DAYA HYBRID SEBAGAI SUMBER ENERGI
PADA LAMPU LALU LINTAS PINTAR

NAMA : DICKY FERNANDA PURBA
N.P.M : 1824210234
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro
TANGGAL KELULUSAN : 31 Mei 2021

DIKETAHUI

DEKAN



Hamdani, S.T., M.T.

KETUA PROGRAM STUDI



Siti Anisah, S.T., M.T.

DISETUJUI
KOMISI PEMBIMBING

PEMBIMBING I



Hamdani, S.T., M.T.

PEMBIMBING II



Amani Darma Tarigan, S.T., MT

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dicky Fernanda Purba

NPM : 1824210234

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non exclusive Royalty-free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“Perancangan Catu Daya Hybrid Sebagai Sumber Energi Pada Lampu Lalu Lintas Pintar”** Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, September 2021



DICKY FERNANDA PURBA
NPM : 1824210234

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, September 2021



DICKY FERNANDA PURBA

NPM : 1824210234



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Ahmad Yani No. 1000, Pekanbaru, Riau 28125, Telp. (0756) 400000, Fax. (0756) 400000

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	1000000
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	1000000
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	1000000
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	1000000
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	1000000
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	1000000

PERMOHONAN JUDUL, TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

Isi yang harus diisi sebagai berikut:

Nama Lengkap

Tempat/Tgl. Lahir

Alamat Pribadi saat ini

Tempat Studi

Alamat Email

Alamat Korespondensi yang telah tercapai

Telepon

Tempat dan tanggal lahir, judul email, nomor telepon sebagai berikut:

DEKSY PERBUDI PANCA BUDI
DEKSY PERBUDI PANCA BUDI
1980101980
Jember, Jember
Jember Energi LAMPUNG
128 SKL, PP 2.17
08126736439

No. 1 Judul PERMENCANGAN CATU DAYA HIBRID SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA LAMPU LALU LINTAS BONTANG

Tempat dan Tanggal Lahir: Pekanbaru, Riau

Tempat dan Tanggal Mula


Deksy Perbudi Panca Budi




Tanda Tangan: 
Tanda Tangan: 
(Mentor Skripsi)


Tanda Tangan: 
Tanda Tangan: 

No. Dokumen: PA-LP/04-10-02

Revisi: 0

Sumber dokumen: http://www.upb.ac.id

Dikotori oleh: Deksy Perbudi Panca Budi

Medan, 12 Desember 2020
 Kepada: 1. Bapak/Ibu Dekan
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
 UNPAB Medan
 2.
 Tempat

Yth. Bapak/Ibu Dekan dan Bapak/Ibu Dosen,

Hal: Tgl: 12/12/2020
 Nomor: 100
 M
 D
 S
 S
 S
 S

DICKY FERNANDA PURBA
 DOLOH MASPIOL 28 Januari 1997
 HAPPY TERLINA PURBA
 1824210214
 SAINS & TEKNOLOGI
 Teknik Elektro
 085296756409
 Jl. Satekarrio Hitam No. 136

Sehubungan dengan permohonan saya yang bertajuk dan terdapat di bawah ini:
SUMBER ENERGI PADA LAMPU LALU LINTAS PINTAR, Selain itu saya menyatakan:

- 1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
- 2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau
- 3. Telah tercapai keterangan bebas pustaka
- 4. Terlampirkan surat keterangan bebas laboratorium
- 5. Terlampirkan pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 - 5 lembar dan 3x4 - 5 lembar Hitam Putih
- 6. Terlampirkan foto copy STTB SLTA dilegahisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjut dari D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar
- 7. Terlampirkan pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
- 8. Skripsi sudah diijud 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguj (bertuk dan warna perijudian diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
- 9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (sesuai dengan judul Skripsinya)
- 10. Terlampirkan surat keterangan BKROL (pada saat pengambilan ijazah)
- 11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
- 12. Bersedia menanggung biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan pemiscian sbb

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	0
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1.500.000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.	100.000
4. [221] Bebas LAB	: Rp.	5.000
Total Biaya	: Rp.	1.605.000

Ukuran Toga : **M**

Disetujui oleh:



ST. MT.
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

hormat saya



DICKY FERNANDA PURBA
 1824210214

Surat permohonan ini sah dan berlaku bila:
 a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan
 b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
 c. Melampirkan 1 resepi untuk Fakultas untuk BPAA Jastri - Mhs. ybs

SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir Skripsi Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpatyangan PBM Online

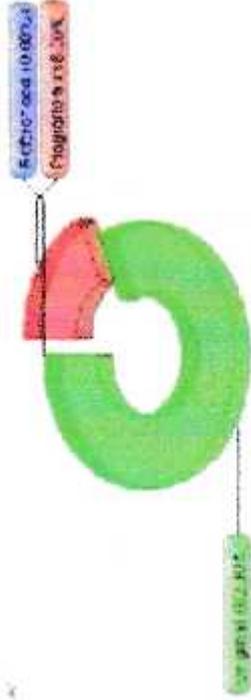
Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB



No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------

Comparison Pictorial: Row 10. Detected language: Indonesian



100% 100% 100% 100%
[Show all Sources]



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
JL. Jend. Gatot Subroto Km 4.5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : DICKY FERNANDA PURBA
NPM : 1824210234
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Anani Darma Tarigan, ST., MT
Judul Skripsi : Perancangan Catu Daya Hybrid Sebagai Sumber Energi pada Lampu Lalu Lintas Pintar

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Ket
14 Juni 2020	Perbaik spasi pada penulisan jgan terlalu jarang, Penulisan Halaman pada setiap BAB di letakkan di Tengah Bawah, daftar pustaka minimal 10 diambil dari, jurnal, ebook, buku, skripsi, tesis atau disertasi minimal 5 thun terakhir	Revisi	
08 Juli 2020	Upload skripsi/bab	Revisi	
09 Juli 2020	Ikuti Panduan penulisan, atakan kiri kanan dalam penulisan dan lanjut ke BAB 2	Revisi	
18 Juli 2020	Rapikan Penulisan, rapikan dari ruller nya	Revisi	
25 Juli 2020	rapikan penulisan pada landasan teori, masih banyak terdapat Lulisan yang belum sesuai jumlahnya	Revisi	
29 Juli 2020	perbaiki daftar rumus, pada landasan teori, jarak spasi penulisan masih banyak yang gelombang, tidak rata, rapikan warna penulisan, banyak yang berbeda.	Revisi	
03 Agustus 2020	isi dari 2.1 belum rata kiri kanan, si dari 2.7 belum rata kiri kanan. isi dari 2.5.5 belum rata kiri kanan. isi dari 2.5.8 belum rata kiri kanan, perbaiki margin penulisan	Revisi	
05 Agustus 2020	ACC BAB 2 lanjut ke BAB Berikutnya	Disetujui	
24 Agustus 2020	BAB 3 2 spasi, rapikan ruller penulisan dalam pemomoran, didalam BAB 3 tidak perlu ada lg daftar rumus, tidak perlu ada teori, teori di BAB 2 bukan di BAB 3, di BAB 3 hanya, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, perancangan perancangan alat, rangkaian-rangkaian alat, blok diagram flowchart.	Revisi	
30 Agustus 2020	Spasi pada BAB 3 belum di perbaiki walau sudah sering di ingatkan. Blok diagram sistem simulasi seharusnya Gambar, keterangan gambar, sumber gambar baru keterangan lainnya, penulisan dalam kolom, seharusnya times new roman, flowchart dibuat dalam 1 halaman full agar gambar lebih jelas dan beri penjelasan cara kerja flowchart di bawah gambar	Revisi	
11 September 2020	flowchart diperbaiki, buat dalam 1 halaman, dan berikan keterangan flowchart. Injukkan BAB berikutnya	Revisi	
15 September 2020	silahkan lanjut BAB 5 dan daftar pustaka	Revisi	
18 September 2020	SCC SIDANG MEJA HIJAU	Revisi	
10 Mei 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui	

09 Oktober 2021	Perhatikan penulisan nama dosen pembimbing di ADAHA DARMA TANGAN , judul paper harus H (perbaiki bahasa tgl akhir diganti dengan kata skripsi, Judul abstrak huruf kapital, nama dosen tidak menggunakan gelar atau tite) pada abstrak, gunakan alenia baru pada penulisan abstrak, abstrak bahasa ingris di miringkan, karena termasuk bahasa asing	Revisi
09 Oktober 2021	perhatikan penulisan daftar isi, baca panduan, mana yg perlu di colt dan mana yg tidak di bolt, dan berikan jarak satu keli enter pada setiap memasuki Bab berikutnya. Daftar gambar, daftar tabel dan daftar grafik di perbaiki, mana yg perlu di bolt mana yg tidak,	Revisi
09 Oktober 2021	penulisan daftar pustaka berdasarkan abjad, dan pada baris kedua agak sedikit masuk	Revisi
11 Oktober 2021	Judul pada cover belum 7,15 spasi, Garis pada penulisan SKRIPSI masih belum di repikan, bgtu juga pada lembar pengesahan, didalam kata pengantar masih ada bahasa tugas akhir, tugas akhir diganti menjadi bahasa SKRIPSI, Judul pada ABSTRACT bahasa ingris masih menggunakan bahasa Indonesia	Revisi
11 Oktober 2021	penulisan Daftar is pada BAB jgan dibuat dua baris, disambung, lebih bar yak lg membaca buku panduan.	Revisi
12 Oktober 2021	Jarak spasi judul pada cover belum di revisi, judul pada abstrak bahasa inggris blum di perbaiki.	Revisi
12 Oktober 2021	daftar isi belum di perbaiki, silahkan upload kembali skripsi anda setelah anda PERBAIKI DENGAN BENAR!!	Revisi
18 Oktober 2021	coba anda perhatikan, contoh penulisan kata kunci pada abstrak, tuliskan mana saja yang di tebalin dan mana yang dicakili sumber pada penulisan skripsi masih ada yang rancu, khususnya "sumber. Penulis"????? seharusnya disertai tahun, contoh "Sumber: Penulis,2021", sesuaikan tahunnya pada penulisan skripsi anda!!	Revisi
19 Oktober 2021	perbaiki sumber pada Gambar 3.1, tambahkan tahunnya dan acc ilid	Disetujui

Medan, 22 Februari 2022
Dosen Pembimbing.



Aman Darma Tangan, ST. MT



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

Jl. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808

MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : DICKY FERNANDA PURBA
NPM : 1824210234
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Hamdani, S.T., M.T
Judul Skripsi : Perancangan Catu Daya Hybrid Sebagai Sumber Energi pada Lampu Lalu Lintas Pintar

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
10 Oktober 2020	susun seluruh dokumen skripsi menjadi 1 file pdf, upload kembali di portal, beserta bahan presentasi untuk sidang meja hijau, siapkan video dokumentasi sebagai bahan pendukung ujian meja hijau.	Revisi	
12 Oktober 2020	SIAPKAN BAHAN SIDANG, ACC SIDANG	Disetujui	
09 November 2021	acc jilid	Disetujui	

Medan, 22 Februari 2022
Dosen Pembimbing,



Hamdani, S.T., M.T



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Suriggal, Kota Medan Kode Pos 20122

SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 3265/PERP/BP/2020

Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan
saudara/i:

: DICKY FERNANDA PURBA
: 1824210234

Semester : Akhir

Prodi : SAINS & TEKNOLOGI

Prodi : Teknik Elektro

saudara/i dinyatakan telah selesai dengan semua tanggungan dan atau pinjaman buku
tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 13 November 2020
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan,



Sugiarjo, S.Sos., S.Pd.I

Revisi : FM-PERPUS-06-01 Revisi : 01 Tgl. Efektif : 04 Juni 2015

PERANCANGAN CATU DAYA *HYBRID* SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA LAMPU LALU LINTAS PINTAR

Dicky Fernanda Purba*

Hamdani **

Amani Darma Tarigan **

Universitas Pembangunan Pancabudi

ABSTRAK

Kebutuhan energi di dunia terus meningkat sedangkan sumber energi fosil yang digunakan terus menipis. Sehingga dibutuhkan suatu energi alternative untuk menggantikan energi tersebut yaitu sebuah catu daya berupa *panel surya* dimana tegangan *panel surya* di kontrol melalui *SCR* kemudian relay sebagai prasarana untuk menyimpan tegangan ke *baterai* melalui solar sel atau melalui *sumber PLN* dimana *arduino uno* sebagai otak dalam jalannya sistem tersebut ketika terjadi masalah maka *arduino uno* akan bekerja ke *relay* untuk mengganti sumber tegangan ke *sumber PLN* jika dalam keadaan normal maka *arduino uno* akan mengontrol *relay* melalui *panel surya* untuk menghidupkan lampu lalu lintas.

Kata kunci : Panel Surya, SCR, Baterai, Sumber PLN dan Arduino Uno

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : dickyfernanda796@gmail.com

**Dosen Program Studi Teknik Elektro

***DESIGN OF A HYBRID POWER SUPPLY AS AN ENERGY SOURCE FOR
SMART TRAFFIC LIGHTS***

Dicky Fernanda Purba*

Hamdani **

Amani Darma Tarigan **

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

The need for energy in the world continues to increase while the source of fossil energy used continues to run low. So that an alternative energy is needed to replace this energy, namely a power supply in the form of a solar panel where the voltage of the solar panel is controlled through the SCR and then the relay is used as an infrastructure to store the voltage to the battery via solar cells or through a PLN source where Arduino Uno is the brain in the running of the system when If a problem occurs, Arduino Uno will work to the relay to change the voltage source to the PLN source. If in normal circumstances, Arduino Uno will control the relay via solar panels to turn on traffic lights.

Keywords : Solar Panel, SCR, Battery, PLN Source and Arduino Uno

** Student Of Electrical Study Program : dickyfernanda796@gmail.com*

***Lecturer in Electrical Engineering Study Program*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala nikmat, karunia dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul Perancangan Catu Daya *Hybrid* Sebagai Sumber Energi Pada Lampu Lalu Lintas Pintar.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.H.M.Isa Indrawan, SE,MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Pak Hamdani,ST,.MT selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah,ST,.MT selaku Ketua Prodi Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Hamdani,ST,.MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Amani Darma Tarigan,ST,.MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah menjadi inspirasi dan membantu penulis dalam pembuatan laporan.
7. Seluruh pegawai di departemen Teknik Elektro Universitas Pancabudi

8. Orang tua tercinta, yang telah memberikan segalanya hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
9. Terima kasih sahabat-sahabat Widya Suhardi, Widya Citra Nauli Tanjung, Biduan Dendi Manurung, Andreas Antonius Hutapea dan Ribka Ivo Tarigan yang telah memotivasi penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama menjalani masa perkuliahan di Universitas Pembangunan Panca Budi .

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Tugas Akhir ini sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Medan, September 2021

Dicky Fernanda Purba
1824210234

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK	viii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	5
1.7 Sistematis Penulisan.....	6

BAB 2 LANDASAN TEORI 8

2.1 Panel Surya	8
2.1.1 Struktur Sel Surya.....	12
2.1.2 Cara Kerja Sel Surya	12
2.1.3 Kelebihan Sel Surya	13
2.1.4 Kekurangan Sel Surya	14
2.1.5 Jenis-Jenis Sel Surya.....	15
2.1.6 Perhitungan Daya Total Pada <i>Traffic Light</i>	16
2.1.7 Perhitungan Daya Total Pada Rangkaian Kontrol	17
2.1.8 Perhitungan Daya Total Pada Motor Penggerak Pintu Palang	18
2.2 Solar <i>Charger Controller</i>	18

2.3	<i>Charger</i> Baterai	20
2.4	Arduino	20
2.4.1	Fungsi Arduino	20
2.4.2	Kelebihan dan Kekurangan Arduino	21
2.4.3	Bagian-Bagian Arduino Uno	22
2.5	Bahasa Pemograman C	24
2.5.1	Struktur Pemograman C	24
2.5.2	Dokumentasi Pemograman	25
2.5.3	Pengarah Prapengelolaan	25
2.5.4	Fungsi Main ()	26
2.5.5	Fungsi Buatan Pemograman	26
2.5.6	Pembatan	27
2.5.7	Akhir Pernyataan	27
2.5.8	Kelebihan dan Kekurangan C	27
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM.....		29
3.1	Alat dan Bahan	29
3.1.1	Peralatan	29
3.1.2	Bahan-Bahan Simulation	30
3.1.3	Bahan-Bahan Real	30
3.2	Gambar Perancangan Catu Daya <i>Hybrid</i> Pintar Secara <i>Real</i>	31
3.3	Perhitungan Solar Sel Secara <i>Real</i>	32
3.3.1	Perhitungan Daya Pada <i>Traffic Light</i> Secara <i>Real</i>	33
3.3.2	Perhitungan Daya Pada Rangkaian Kontrol Secara <i>Real</i>	34
3.3.3	Perhitungan Daya Pada Motor Penggerak Palang Secara <i>Real</i>	34
3.3.4	Perhitungan Energi Total Catu Daya Secara <i>Real</i>	36
3.3.5	Perhitungan Kapasitas Baterai Catu Daya Secara <i>Real</i>	37
3.3.6	Perhitungan Inverter Palang Pintu Rel Kereta Api Secara <i>Real</i>	37
3.3.7	Perhitungan Solar Sel dan Baterai Secara <i>Real</i>	38
3.3.8	Perkiraan Daya Tahan Baterai Catu Daya <i>Hybrid</i> Secara <i>Real</i>	39
3.4	Perhitungan Solar Sel Secara Simulasi	39

3.4.1	Perhitungan Daya Pada <i>Traffic Light</i> Secara Simulasi.....	40
3.4.2	Perhitungan Daya Pada Rangkaian Kontrol Secara Simulasi.....	41
3.4.3	Perhitungan Daya Pada Motor Penggerak Palang Secara Simulasi	42
3.4.4	Perhitungan Energi Total Catu Daya Secara Simulasi	43
3.4.5	Perhitungan Kapasitas Baterai Catu Daya Secara Simulasi	43
3.4.6	Perhitungan Solar Sel dan Baterai Secara Simulasi	44
3.4.7	Perkiraan Daya Tahan Baterai Catu Daya <i>Hybrid</i> Secara Simulasi	45
3.5	Perbandingan Catu Daya <i>Hybrid</i> Secara Real dan Simulasi	45
3.6	Blok Diagram Simulasi.....	46
3.7	Prinsip Kerja	48
3.8	Blok Diagram Real	51
3.9	Perancangan Sistem Elektrik	52
3.10	<i>Flow Chart</i>	53
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Hasil Penelitian	55
4.2	Analisa	56
4.3	Pengujian Sistem.....	57
4.3.1	Analisa Perhitungan Energi Hasil Konversi Pada Panel Surya	64
4.3.2	Analisa Proses Pengujian Baterai Dengan Panel Surya 20WP	64
4.3.3	Analisa Proses Pengisian Baterai Dengan Panel Surya 20WP	67
BAB 5 PENUTUP.....		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya	8
Gambar 2.2 Ilustrasi Sel Surya Dengan Lapisan p-n.....	10
Gambar 2.3 Struktur Sel Surya.....	10
Gambar 2.4 Bagian-Bagian Arduino Uno	22
Gambar 3.1 Perencanaan Catu Daya <i>Hybrid</i> Pada <i>Traffic Light</i> Secara <i>Real</i>	31
Gambar 3.2 Miniatur <i>Circuit Breaker</i> Untuk Motor Penggerak Palang	35
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Simulasi.....	47
Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem Secara <i>Real</i>	51
Gambar 3.5 Diagram Sistem Elektrik.....	52
Gambar 3.6 <i>Flow Chart</i> Sistem.....	53
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban	58
Gambar 4.2 Pengukuran Panel Surya Dengan Beban 10 Watt	60
Gambar 4.3 Pengukuran Panel Surya Dengan Beban 20 Watt	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keunggulan Jenis-Jenis Panel Surya.....	16
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Dengan Beban Lampu.	59
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Dengan Beban Lampu Pijar 10 Watt	61
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Dengan Beban Lampu Pijar 20 Watt	63
Tabel 4.4 Hasil pengukuran Tegangan Pada Proses Pengisian Ulang Baterai.....	65
Tabel 4.5 Hasil Proses Pengisian Baterai Dengan Panel Surya 20 WP.....	67
Tabel 4.6 Pengujian Pengosongan Baterai Litium Dengan Lampu Pijar 10 Watt.	68

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Pengujian.....	69
Grafik 4.2 Pengukuran Tegangan Solar dengan Lampu Pijar 10 Watt dan 20 Watt .	70
Grafik 4.3 Tegangan Solar Sel Dan Tegangan Baterai	71

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan manusia modern semakin tergantung kepada energi. Sehingga kesejahteraannya sangat ditentukan oleh jumlah mutu energi yang di manfaatkan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Disamping itu, energi juga merupakan unsur penunjang yang amat penting dalam pertumbuhan ekonomi dan ikut menentukan keberhasilan pembangunan di sektor lain.

Dengan semakin pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, ketergantungan energi untuk memenuhi kebutuhan manusia sekarang semakin besar. Suplai energi dari minyak bumi dan energi tak terbarukan lainnya akan habis. Untuk memperpanjang waktu penggunaan sumber energi tersebut harus dilakukan penghematan, misalnya dengan pemakaian peralatan yang hemat energi. Disamping itu perlu dilakukan usaha-usaha memanfaatkan sumber sumber yang tersedia di alam, misalnya energi matahari.

Pemanfaatan energi matahari sekarang ini mulai dikembangkan untuk membantu mengatasi kebutuhan energi bagi umat manusia. Salah satu pemanfaatan energi matahari adalah dengan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Alat yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik adalah panel surya.

Ketersediaan bahan bakar minyak yang semakin hari semakin menipis menyebabkan berbagai masalah, dan diprediksi kedepanya tidak akan sanggup

lagi untuk mencukupi kebutuhan jutaan kendaraan yang setiap tahunnya selalu bertambah. Oleh sebab itu, perlu penggunaan energi terbarukan untuk mengatasi masalah energi khususnya di Indonesia.

Pemanfaatan energi matahari yang dikemukakan pada proyek penelitian ini adalah sebagai pencatu daya utama sistem *Traffic Light*. Sistem *Traffic Light* atau lampu lalu lintas merupakan sistem yang aktif 24 jam. Untuk itu membutuhkan energi kontinu yang tidak boleh terputus seperti pemadaman listrik oleh PLN. Sistem Catu Daya energi surya di rancang untuk mensuplai *traffic light* dalam rangka mengurangi penggunaan listrik PLN dan mengfisiensikan penggunaan energi terbarukan.

Pada *Traffic Light* atau lampu lalu lintas dimana menggunakan baterai kering jenis litium Ion sebagai penyimpanan muatan listrik dengan kapasitas 6 VA dan ketika baterai habis baru di-charge dengan sumber listrik PLN, untuk itu kami memodifikasi dengan cara menambahkan panel surya pada *Traffic Light* yang bertujuan sebagai pembcak-up Lampu Lalu Lintas ketika beroperasi di siang hari, energi yang dikeluarkan baterai akan terisi kembali dengan adanya panel surya.

1.2 Rumusan Masalah

Tugas Akhir ini membahas tentang perancangan catu daya pada *traffic light* menggunakan tenaga surya. Dalam pembahasan dan penulisan laporan Tugas Akhir ini, hanya pada ruang lingkup :

1. Bagaimana cara merancang catu daya *hybrid* sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas pintar secara simulasi?
2. Bagaimana cara merancang catu daya *hybrid* sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas pintar secara *real*?
3. Seberapa besar perbandingan perbandingan catu daya *hybrid* sebagai sumber energi lampu lalu lintas pintar secara *real* dan simulasi ?
4. Bagaimana karakteristik solar sel ?

1.3 Batasan Masalah

Topik bahasan atau permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini dibatasi hanya mengenai:

1. Perancangan catu daya pada *traffic light* dengan tenaga sel surya untuk menyuplai baterai kering jenis litium ion sebagai penyimpanan muatan listrik.
2. Perancangan untuk mengatur penyimpanan arus otomatis sehingga *traffic light* tetap dapat beroperasi di malam hari.
3. Perancangan sumber PLN untuk memback-up *traffic light* ketika terjadi gangguan.
4. Perancangan *solar charger controller* untuk sebagai pengontrol pengisian baterai kering jenis litium ion.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk menyediakan cadangan energi listrik pada *traffic light* agar terus beroperasi setiap waktu.
2. Mengatur penyimpanan muatan listrik secara otomatis ke baterai litium ion.
3. Merancang program dan mengunggahnya pada *controller* untuk menjalankan sistem *traffic light* dan catu daya.
4. Sebagai syarat untuk menyelesaikan perkuliahan di Universitas Pembangunan Panca Budi.

1.5 Manfaat

Tugas akhir ini sekiranya akan berguna untuk :

1. Diharapkan dapat memberikan suplai arus secara kontinu dan menghindari masalah pemadaman listrik PLN karena telah memiliki catu daya mandiri.
2. Mengurangi pemakaian listrik PLN sehingga tidak membebani PLN dalam hal pengaturan lalu lintas.

1.6 Metode Penelitian

Penyusunan laporan skripsi ini, secara garis besar terdapat beberapa metode pengumpulan data agar memperoleh data yang valid dan memperoleh hasil laporan yang maksimal. Metode tersebut antara lain :

1. Studi Literatur

Metode studi literatur yaitu cara untuk mengumpulkan dan mempelajari data dari berbagai sumber buku di perpustakaan yang ada ataupun tulisan internet sebagai referensi dalam penyusunan laporan skripsi

2. Metode Bimbingan

Metode ini mendapatkan pengarahan dan petunjuk pembuatan skripsi hingga proses pembuatan skripsi dapat berjalan dengan lancar yang dibimbing oleh dosen pembimbing Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi

3. Metode Perancangan Sistem

- a. Membuat desain yaitu sebuah sistem traffic light berbasis Iot .
- b. Merancang skema dan desain layout rangkaian Driver dan sebagainya.
- c. Membuat software dan menjalankannya pada kontroler arduino.

4. Pengujian Alat dan Sistem

- a. Melakukan pengujian komponen dan rangkaian keseluruhan pada alat yang dibangun di lab.
- b. Melakukan pengamatan hasil atau kinerja alat secara langsung

1.7 Sistematika

Sistematika penulisan dibuat dalam 5 bab dengan pembahasan masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembuatan skripsi, manfaat pembuatan skripsi, dan metode pengumpulan data.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan secara singkat mengenai teori-teori dasar dan pendukung yang dapat menunjang perancangan dan pembuatan Skripsi ini.

BAB 3 PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM

Pada bab ini akan menerangkan obyek pengamatan, pembahasan tentang perencanaan dan pembuatan rancang bangun sistem lampu lalu lintas berbasis IoT. Peralatan dan bahan yang digunakan dan pembahasan cara kerja sistem yaitu cara kerja komponen dan cara kerja sistem secara keseluruhan. Skematik rangkaian dan diagram blok juga akan dibahas pada bab ini.

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

Membahas tentang pengujian sistem yang digunakan, pembuatan skema rangkaian, pemasangan komponen, dan perakitan alat.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari pengukuran dan pengujian keseluruhan sistem dan saran yang menyempurnakan.

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Panel Surya

Sel surya didefinisikan sebagai teknologi yang menghasilkan listrik dc dari suatu bahan semikonduktor ketika dipaparkan oleh cahaya. Selama bahan semikonduktor tersebut dipaparkan oleh cahaya maka sel surya akan selalu menghasilkan energi listrik, dan ketika tidak dipaparkan oleh cahaya, sel surya berhenti menghasilkan energi listrik.(Ranny Dwidayanti, 2017)



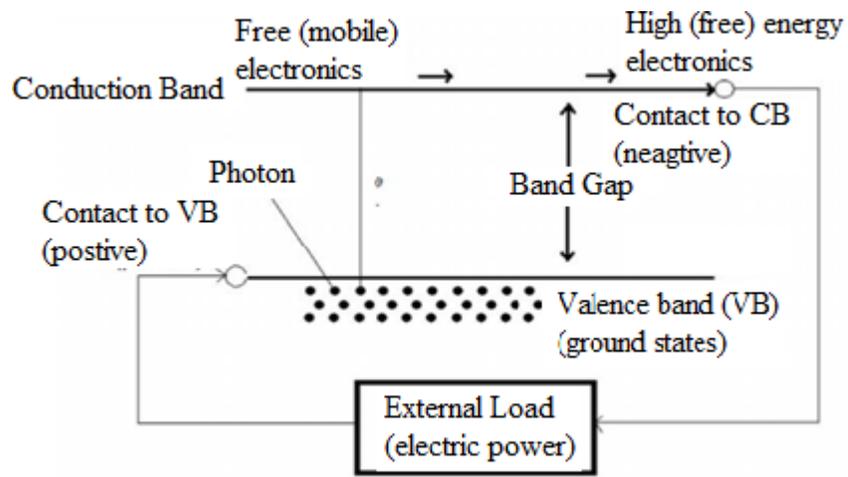
Gambar 2.1Panel Surya

Sumber : Penulis

Sel surya bekerja menggunakan prinsip lapisan p-n, yaitu lapisan antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom, dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor.

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p.

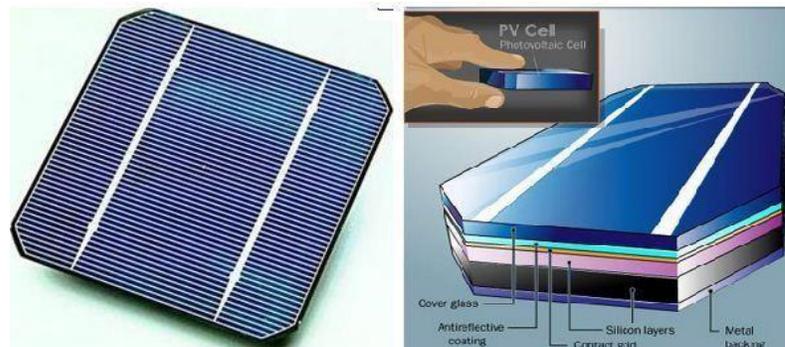
Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar dibawah.



Gambar 2.2 Ilustrasi sel surya dengan lapisan p-n
 Sumber : Ranny Dwidayanti, 2017

2.1.1 Struktur Sel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda pula. Dalam tulisan ini akan di bahas struktur-struktur yang ada pada sel surya dengan gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Struktur sel surya
 Sumber : Adityan, 2015

Gambar 2.3 menunjukkan ilustrasi sel surya dan juga bagian-bagiannya. Secara umum terdiri dari:

1. *Substrat/Metal backing*, Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktivitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya *dye-sensitized* (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium *tin oxide* (ITO) dan *flourine doped tin oxide* (FTO).(Aditiyan, 2015)
2. *Material semikonduktor*, Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon) dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Semikonduktor yang digunakan pada sel surya adalah material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material Cu(In,Ga)(S,Se)_2 (CIGS), CdTe (*kadmium telluride*) dan *amorphous silikon*, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang sedang dalam penelitian intensif seperti $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$ (CZTS) dan Cu_2O

Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS, dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya.(Aditayan, 2015)

3. Kontak metal/*contact grid*, Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material konduktif transparan sebagai kontak negative.(Aditayan, 2015)
4. Lapisan antireflektif, Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.(Aditayan, 2015)
5. Enkapsulasi/*cover glass*, Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.(Aditayan, 2015)

2.1.2 Cara Kerja Sel Surya

Sel surya terbuat dari bahan semikonduktor memiliki elektron yang terikat dengan lemah pada suatu pita energi yang disebut pita valensi. Ketika energi yang lebih besar dari batas threshold (band gap energi) diberikan kepada elektron di pita valensi tersebut,

maka ikatan elektron tersebut akan putus. Kemudian elektron tersebut bergerak bebas pada suatu pita energi baru yang disebut pita konduksi. Elektron bebas pada pita konduksi dapat menghasilkan listrik. Energi yang dibutuhkan untuk membebaskan elektron ini dapat berasal dari foton, yang merupakan partikel dari cahaya. (Aditayan, 2015)

2.1.3 Kelebihan Sel Surya

Penggunaan sel surya memiliki beberapa kelebihan yaitu :

1. Bersih, bebas polusi dan ramah lingkungan dikarenakan panel surya tidak memancarkan gas rumah kaca yang berbahaya seperti karbon dioksida
2. Panel surya mudah dipasang dan memiliki biaya pemeliharaan yang sangat rendah karena tidak ada bagian yang bergerak
3. Panel surya memanfaatkan energi matahari dan matahari adalah bentuk energi paling berlimpah yang tersedia di planet kita
4. Panel surya tidak kehilangan banyak efisiensi dalam masa pakai mereka yang mencapai lebih dari 20 tahun
5. Masa pakainya yang panjang mencapai 25 sampai 30 tahun
6. Tidak memerlukan biaya transportasi seperti minyak, batubara, uranium dan plutonium

2.1.4 Kekurangan Sel Surya

Sel Surya juga mempunyai beberapa kekurangan diantaranya adalah:

1. Sumber tenaga yang tidak konsisten

Matahari tentu tidak bersinar 24 jam dalam sehari. Pada beberapa rumah yang lokasinya tertutup oleh pohon atau gedung tinggi juga akan kesulitan mendapat sinar matahari yang maksimal. Bahkan pada musim panas sekalipun, sinar matahari tidak selalu terang. Itu terjadi apabila tertutup oleh awan. Pada saat-saat tertentu, asupan tenaga listrik Anda bisa saja berkurang dan ini menjadi kelemahan utama.

2. Biaya pemasangan yang besar

Meski banyak kelebihanannya, biaya pasang *solar cell* masih terbilang cukup tinggi. Inilah yang membuat banyak orang berpikir puluhan kali sebelum yakin memasang instalasi panel surya.

3. Jalur matahari

Jalur pergerakan matahari tidak selalu tepat tegak lurus, hal ini berubah-ubah seiring dengan waktu. Di setiap bagian dunia mempunyai waktu serta arah pergerakan yang berbeda, serta bergantung pada musim dan jam. Sehingga jalur arus diperhatikan dengan baik agar proses pengumpulan sinar matahari optimal.

2.1.5 Jenis-Jenis Sel Surya

Sel surya ada beberapa jenis yaitu:

1. *Poly-crystalline*

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul di atas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibandingkan dengan sel *mono-crystalline* (efektifitas 18%), tetapi biaya lebih murah, di dalam penelitian ini kami menggunakan sel surya *poly – crystalline*.(Aditiyan, 2015)

2. *Mono-crystalline*

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. *mono-crystalline* dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.(Aditiyan, 2015)

3. *Amorphous (Thin Film)*

Sel surya bermateri *Amorphous Silicon* merupakan teknologi fotovoltanik dengan lapisan tipis atau thin film. Ketebalannya sekitar 10 μ m (micron) dalam bentuk modul surya. Efisiensi sel dengan silikon amorphous berkisar 6% sampai dengan 9%.

Tabel 2.1 Keunggulan Jenis-Jenis Panel Surya

Jenis Panel Surya	Daya Tahun	Penggunaan	Keuntungan
Mono	Sangat Baik	Tempat Tinggi	Menghasilkan daya listrik yang paling tinggi, memiliki efisiensi yang tinggi
Poly	Sangat Baik	Tempat Tinggi	Dapat menghasilkan listrik dalam kondisi mendung
Amorphous	Sangat Baik	Digunakan pada benda - benda portable seperti kalkulator tenaga listrik	Lebih ringan, tipis, fleksible, portable

Sumber : Adityan, 2015

2.1.6 Perhitungan Daya Total Pada *Traffic Light*

Metode perhitungan daya total pada *traffic light* di mana memakai beban DC yaitu dengan menghitung daya total lampu lalu lintas yang hidup di dalam persimpangan M. Yamin yaitu dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan: P : Daya pada *traffic light* (W).

V : Tegangan (V).

I : Arus (A).

Maka daya total *traffic light* dapat menggunakan persamaan sebsgai berikut:

$$P_{tot} = P_{tl1} \times P_{tl2} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan: P_{tot} : Daya total pada *traffic light* (W).

P_{tl1} : Daya total *traffic light* persimpangan 1 (W).

P_{tl2} : Daya total *traffic light* persimpangan 2 (W).

Maka untuk mencari energi *traffic light* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E_{tl} = I_{tot} \times H \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan: E : Energi (AH).

I_{tot} : Arus total lampu (A).

H : Waktu operasi (H).

2.1.7 Perhitungan Daya Total Pada Rangkain Kontrol

Metode dalam menghitung daya total pada rangakian control yaitu dengan menghitung daya pada rangkain control yang di catu daya kan melalui sel surya yaitu:

1. Rangkain *Charger*
2. Rangkain *IOT*
3. Rangkain motor penggerak palang pintu rel kreta

Kemudian untuk mencari daya total pada rangkian control yaitu dengan menjumlahkan daya pada rangkian *charger*, rangkian *IOT* dan rangkaian motor penggerak palang pintu rel kreta.

2.1.8 Perhitungan Daya Total Pada Motor Penggerak Pintu Palang

Metode dalam perhitungan daya total pada motor penggerak pintu palang yaitu dengan cara mencari energi pada motor penggerak pintu palang dengan menggunakan persamaan 2.4 yang kemudian akan di lanjutkan menggunakan persamaan 2.2 untuk mencari daya total pada penggerak pintu palang.

2.2 *Solar Charger Controller*

Solar Charger Controller adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari Panel Surya maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. *Solar Charger Controller* mengatur tegangan dan arus dari Panel Surya ke baterai. Sebagian besar Panel Surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh. (Purwoto, Jatmiko, F., & Huda, 2017)

Fungsi dari *Solar Charger Controller* yaitu :

1. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka controller akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersuplai dari Panel Surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.
2. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka controller berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu (umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai) , maka pemutusan arus beban dilakukan oleh controller. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Pada kebanyakan model controller, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu (umumnya berwarna merah atau kuning) yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses pengisian. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh *controller*, maka peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi. Pada *controller* tipe – tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut.(Purwoto et al., 2017)

2.3 *Charger* Baterai

Charger baterai pada *Traffic Light* atau lampu lalu lintas digunakan sebagai *charger* baterai untuk *Traffic Light* atau ketika tidak adanya sinar matahari, di sini fungsi dari *charger* baterai adalah untuk proses pengisian battery kering jenis litium Ion. Untuk menghitung waktu pengisian baterai dapat ditentukan melalui persamaan (2-2) berikut:

$$H = \frac{Ah - \text{Baterai}}{I} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan : H : Waktu pengisian *baterai*.

Ah -Baterai : Kapasitas Baterai

I : Arus keluaran pada *charger*.

2.4 *Arduino*

Arduino merupakan pengendali single-board yang bersifat terbuka, di turunkan wiring platform untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki pemogramannya sendiri.

2.4.1 Fungsi *Arduino*

Arduino memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Sebagai pengendali yang berhubungan dengan listrik
2. Sebagai pengendali yang berhubungan dengan motor
3. Sebagai pengendali yang berhubungan dengan robot

2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan *Arduino*

Arduino memiliki kelebihan yaitu :

1. Murah

Papan (perangkat keras) *Arduino* biasanya dijual relatif murah (antara 125ribu hingga 400ribuan rupiah saja) dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya

2. Sederhana dan mudah pemogramannya

Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di *Arduino* mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut.

3. Perangkat lunaknya open source

Perangkat lunak *Arduino IDE* dipublikasikan sebagai Open Source, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

4. Perangkat kerasnya open source

Perangkat keras *Arduino* berbasis mikrokontroler *ATMEGA8*, *ATMEGA168*, *ATMEGA328* dan *ATMEGA1280* (yang terbaru *ATMEGA2560*). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras *Arduino* ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak *Arduino IDE*-nya.

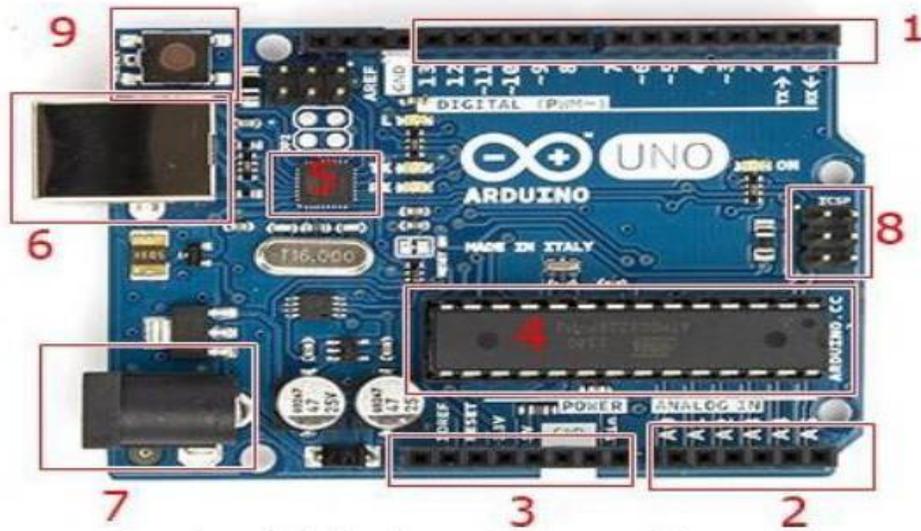
Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta periferan-periferan lain yang dibutuhkan.

Arduino memiliki kekurangan yaitu :

1. Kode hex relatif besar
2. Sering terjadi kesalahan fuse bit saat membuat bootleader
3. Storage flash berkurang, karena dipakai untuk bootleader

2.4.3 Bagian - Bagian *Arduino Uno*

Dalam penelitian ini atau skripsi ini saya menggunakan *Arduino Uno* untuk pngontrolan *Traffic Light* berikut gambar *Arduino Uno* tersebut :



Gambar 2.26 Bagian – Bagian *Arduino Uno*
 Sumber : Adityan, 2015

1. Pin input/output digital (diberi Label „0 sampai 13“) Secara umum pin I/O ini adalah pin digital, yakni pin yang bekerja pada level tegangan digital (0V sampai 5V) baik untuk input atau output. Namun pada beberapa pin output analog, yang dapat mengeluarkan tegangan analog 0V sampai 5V, pin tersebut adalah pin 3,5,6,9,10 dan 11, selain itu untuk pin 0 dan 1 juga memiliki fungsi khusus sebagai pin komunikasi serial.
2. Pin input analog (diberi Label „A0 sampai A5“). Pin tersebut dapat menerima input tegangan analog antara 0V sampai 5V, tegangan ini akan direpresentasikan sebagai bilangan 0 – 1023 dalam program.
3. Pin untuk sumber tegangan Kelompok pin ini merupakan kumpulan pin yang berhubungan dengan sumber tenaga, misalnya output 5V, Output 3,3V, GND (2 pin) dan Vref (tegangan referensi untuk pembacaan ADC internal)
4. IC ATmega328 Seperti yang telah dijelaskan IC ini bertindak sebagai pusat kendali pemrosesan data.
5. IC ATmega16U IC ini diprogram untuk menangani komunikasi data dengan PC melalui port USB.
6. Jack USB Merupakan soket USB tipe B sebagai penghubung data serial dengan PC.
7. Jack Power Merupakan Soket untuk catu daya eksternal antara 9V sampai 12V DC.

8. Port ICSP (In-Circuit Serial Programming) Port ini digunakan untuk memprogram arduino tanpa bootloader.
9. Tombol Reset Digunakan untuk mereset papan mikrokontroler arduino untuk memulai program dari awal.(Rochman, sagita dan Prijo sembono, 2014)

2.5 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman *C* merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer paling senior yang masih digunakan hingga saat ini. Dirilis pertama kali tahun 1972 oleh *Dennis Ritchie*, *C* menjadi dasar dari berbagai bahasa pemrograman yang lebih modern seperti *C++*, *C#*, *Java*, *PHP* hingga *JavaScript*.

2.5.1 Struktur Pemrograman C

Program bahasa *C* adalah suatu program terdiri dari satu atau lebih fungsi-fungsi. Fungsi utama dan harus ada pada program *C* yang kita buat adalah fungsi `main()`. Fungsi `main()` ini adalah fungsi pertama yang akan diproses pada saat program di kompilasi dan dijalankan, sehingga bisa disebut sebagai fungsi yang mengontrol fungsi-fungsi lain. Karena struktur program *C* terdiri dari fungsi-fungsi lain sebagai program bagian (subroutine), maka bahasa *C* biasa disebut sebagai bahasa pemrograman terstruktur. Cara penulisan fungsi pada program bahasa *C* adalah dengan memberi nama fungsi dan kemudian dibuka dengan kurung kurawal buka (`{`) dan ditutup.

Fungsi-fungsi lain selain fungsi utama bisa dituliskan setelah atau sebelum fungsi utama dengan deskripsi prototype fungsi pada bagian awal program. Bisa juga dituliskan pada file lain yang apabila kita ingin memakai atau memanggil fungsi dalam file lain tersebut, kita harus menuliskan header filenya, dengan preprocessor directive `#include`. File ini disebut file pustaka (library file). Program C meliputi dokumentasi program, pengarah prapengolahan, deklarasi global, fungsi *main* (), fungsi buatan pemrograman, pembatas, akhir pernyataan, dan *style* program.

2.5.2 Dokumentasi Pemograman

Memberikan dokumentasi pada program sangat berguna untuk membantu memperjelas alur logika penyusunan program. Karena tujuannya hanya sebagai dokumentasi, komentar-komentar yang dituliskan pada program tidak diproses oleh compiler. Komentar dapat dimulai dengan simbol dua karakter yang terdiri dari garis miring dan asterisk (*/**) dan diakhiri dengan asterisk dan garis miring.

Karakter komentar */** dapat diletakkan dimana saja didalam program dan dapat mencakup lebih dari satu komentar, dengan syarat setiap */** harus ditutup dengan **/*. Pada awal program, komentar yang diberikan biasanya bertujuan untuk menjelaskan apa yang dilakukan oleh program, sedangkan pada bagian program yang lain tujuannya adalah untuk memperjelas logika program.

2.5.3 Pengarah Prapengelolaan

Dalam mengolah kode-kode program, compiler C melaksanakan beberapa tahapan yaitu melakukan prapengolahan untuk melakukan persiapan yang diperlukan

sebuah berkas program kompilasi. Di dalam program pengarah prapengolahan diawali oleh karakter # yang dituliskan pada baris-baris pertama program.

Prapengolahan memperlakukan berkas program sebagai sederetan baris teks: membaca, mengolah, dan menuliskan kembali hasil pengolahan kedalam berkas semula. Prapengolah membuang semua baris perintah prapengolahan dari berkas sumber dan melakukan perubahan terhadap berkas sumber sesuai dengan arahan perintah yang diberikan. Secara garis besar, pelayanan – pelayanan tersebut dapat dibagi ke dalam tiga kelompok :

1. Penyisipan Berkas (#include)
2. Pendefinisian makro (#define)
3. Pengarah Kendali compiler (#ifdef, #ifndef)

2.5.4 Fungsi *Main*()

Fungsi main () memegang peranan yang penting pada sebuah program. Fungsi ini merupakan fungsi utama pada setiap program C dimana eksekusi keseluruhan program dimulai. Barapapun banyaknya fungsi yang terdapat pada sebuah program C, main () adalah fungsi utama yang akan dilaksanakan oleh compiler.

2.5.5 Fungsi Buatan Pemrograman

Selain *main* () yang mempunyai kedudukan khusus dalam sebuah program, terdapat pula fungsi-fungsi buatan pemrogram. Pada fungsi ini dapat diberikan deklarasi prototype fungsi lain secara local, sehingga hanya dikenal oleh fungsi

tersebut. Kode program yang dapat dieksekusi juga dapat berupa fungsi input/output standar, konstruksi runtunan, konstruksi keputusan, dan konstruksi pengulangan.

2.5.6 Pembatas

Setelah pendefinisian fungsi terdapat kurung kurawal buka “{“ dan kurung kurawal tutup “}” yang menunjuk akhir blok fungsi, kurung kurawal ini disebut pembatas (delimiters). Dalam badan program kurung kurawal juga dapat digunakan untuk membatasi pernyataan majemuk yang dimiliki oleh sebuah blok kode program. Selain kurung kurawal juga terdapat beberapa pembatas lain, diantaranya: [], <>, (), “ “, dan ‘ ‘.

2.5.7 Akhir Pernyataan

Setiap pernyataan (statement) dalam C diakhiri dengan titik koma (;) yang berperan untuk memberitahu compiler akhir pernyataan. Carriage return yang diperoleh sewaktu menekan tombol bukan penunjuk akhir pernyataan, karena C mengabaikan semua karakter yang disebut karakter-karakter whitespace, yaitu spasi, tabulator dan carriage return (newline).

2.5.8 Kelebihan dan Kekurangan Bahasa C

Kelebihan Bahasa C yaitu :

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
2. Kode bahasa C bersifat portable untuk semua jenis komputer. Suatu program ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat

dikompilasi dengan versi bahasa C yang lain hanya dengan sedikit modifikasi.

3. C adalah bahasa pemrograman yang fleksibel. Dengan bahasa C, kita dapat menulis dan mengembangkan berbagai jenis program mulai dari operating system, word processor, graphic processor, spreadsheets, ataupun kompiler untuk suatu bahasa pemrograman.
4. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci, hanya terdapat 32 kata kunci. Yaitu: *auto break case char const continue default do double else enum extern float for goto if int long register return short signed sizeof static struct switch typedef union unsigned void volatile while*
5. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat.
6. Dukungan pustaka yang banyak.
7. C adalah bahasa yang terstruktur.
8. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah.
9. Dibandingkan dengan *assembly*, kode bahasa C lebih mudah dibaca dan ditulis. (Wirdasari, 2010)

Kekurangan bahasa C yaitu :

1. Banyaknya Operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.
2. Para pemrogram C tingkat pemula umumnya belum pernah mengenal pointer dan tidak terbiasa menggunakannya. Kemampuan C justru terletak pada pointer. (Wirdasari, 2010)

BAB 3

PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan perancangan alat berupa perancangan catu daya *hybrid* sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas pintar. Di perancangan ini menggunakan tenaga surya 20 WP dan energi dari PLN untuk mengisi baterai kapasitas 6 VA dan dikontrol oleh Arduino Uno yang berfungsi untuk mengatur proses penggunaan energi atau arus listrik sesuai kondisi. *Controller* juga akan menjaga agar baterai tetap dalam kondisi penuh sehingga dapat digunakan saat dibutuhkan. Adapun langkah perencanaan pembuatan Catu Daya *Hybrid* Sebagai Sumber Energi Pada Lampu Lalu Lintas Lalu Lintas Pintar. Ini terdiri dari beberapa langkah yaitu :

1. Alat dan Bahan
2. Blok Diagram
3. Prinsip Kerja
4. Perancangan Sistem Elektrik
5. Flow Chart

3.1 Alat dan Bahan

Dalam bab ini akan di beritahu alat dan bahan yang digunakan

3.1.1 Peralatan

1. Peralatan komputer/Laptop

2. Digital tester ,voltmeter dan ohm meter
3. Perkakas /toolset
4. Oscilloscope
5. Mesin pendukung (gergaji listrik, bor dll.)
6. Software pendukung : visual basic, office ,arduino ide ,proteus dll

3.1.2 Bahan – Bahan Simulation

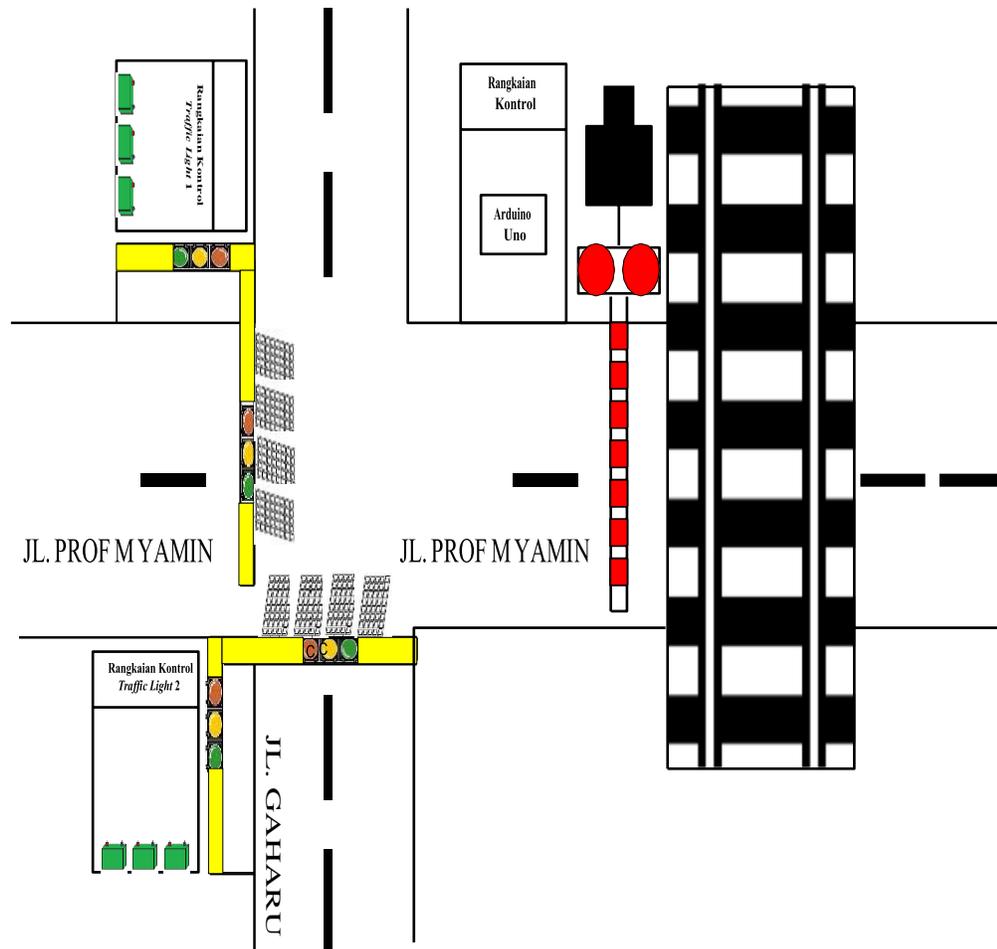
1. Panel matahari 20WP Poli kristalin
2. Charger kontroler 12V.
3. Batere 12V Li-ion 6000 mAh
4. Board Arduino Uno R3
5. Lampu LED
6. Trafo stepdown
7. Dioda penyearah
8. Relay 12V DPDT
9. Kapasitor 220uF/50V,10uF/50V.
10. Driver transistor
11. Baut-baut dan sebagainya.

3.1.3 Bahan – Bahan Real

1. Panel Surya
2. SCC (*Solar Charger Controlle*)

3. Baterai
4. Terminal
5. Inverter

3.2 Gambar Perencanaan Perancangan Catu Daya *Hybrid* Pintar Secara *Real*



Gambar 3.1 Perencanaan Catu Daya *Hybrid* Pada Traffic Light Secara *Real*
Sumber : Penulis

Pada gambar di atas merupakan perencanaan penelitian untuk merancang catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar. Dimana penelitian dilakukan di Jl. Prof M

Yamin Medan, dalam perencanaan Dan sesuai perhitungan kebutuhan untuk catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar dibutuhkan solar sel sebanyak 8 buah yang akan di bagi dalam 2 persimpangan yaitu

1. Jl. Prof M Yamin

2. Jl. Gaharu

Dimana setiap 1 (satu) simpang diberikan 4 solar sel dapat dilihat pada gambar di atas. Kemudian sesuai kebutuhan dan perhitungan baterai yang dibutuhkan adalah 6 baterai dimana baterai di rencanakan di letakan di lampu lalu lintas jl. Prof M Yamin 3 baterai dan di jl. Gaharu 3 buah. Kemudian rangkian control di letakan di palang pintu rel kreta api di dekat penjaga pos.

3.3 Perhitungan Solar Sel Secara *Real*

Dalam peneltian sebuah sistem energi catu daya dengan berbasis energi matahari, catu daya digunakan untuk mensuplai sebuah perangkat pengatur lalu lintas (traffic light). Di sini saya membuat simulasi dengan *real* nya dengan perbandingan skala 1 : 30.

Dimana untuk *real*nya solar sel yang dibutuhkan adalah 8pcs dengan jenis solar sel 100 WP yaitu dengan cara daya total keseluruhan rangkaian, berikut di bawah ini merupakan cara untuk mencari solar sel yang dibutuhkan secara *real* yang akan di aplikasikan di Jl. M Yamin Medan.

3.3.1 Perhitungan Daya Pada *Traffic Light* Secara Real

Dalam persimpangan Jl. M Yamin terdapat 2 persimpangan, dalam 1 simpang itu hidup 2 lampu lalu lintas maka untuk 2 persimpangan akan hidup 4 lampu lalu lintas. Berdasarkan LAZADA daya 1 lampu lintas yaitu 25 WP / 12 V yang akan hidup selama 24 jam yang terhubung secara paralel maka untuk aplikasi ini setiap hidup lampu lintas akan menghasilkan daya 100 WP. Maka daya untuk 2 persimpangan lampu merah adalah

$$P_{t\text{otl}} = nP_{t1} + nP_{t2} \quad P_{t\text{otl}}$$

$$= 2(25) + 2(26)$$

$$P_{t\text{otl}} = 50 + 50 \quad P_{t\text{otl}} = 100W$$

Dengan demikian arus lampu total yang *ON* dalam persimpangan, dengan menggunakan persamaan daya

$$P_{t\text{otl}} = V_{t\text{ot}} \times I_{t\text{ot}}$$

$$I_{t\text{ot}} = P_{t\text{otl}} \div V_{t\text{ot}}$$

$$I_{t\text{ot}} = 100 \div 12$$

$$I_{t\text{ot}} = 8.33A$$

Maka dengan demikian lampu yang beroperasi selama 24 jam energi yang dibutuhkan adalah

$$E = V \times I_{t\text{ot}} \times t$$

$$E = 12 \times 8.33 \times 24$$

$$E = 2399.04 = 2400WH$$

3.3.2 Perhitungan Daya Pada Rangkaian Kontrol Secara *Real*

Dalam perhitungan daya pada rangkain *control* 1 unit rangkian control sudah termasuk charger diprediksi 20 watt/12V oleh karena itu maka arus pada rangkian control dapat menggunakan persamaann 2.2. Maka arus pada rangkian control yaitu:

$$I = P : V$$

$$I = 20 : 12$$

$$I = 1.66A$$

Maka dengan sudah diketahui arus pada rangkian *control* maka kita dapat mencari energi pada rangkian control tersebut di mana rangkian *control* akan beroperasi selama 24 jam, untuk mencari energi dapat menggunakan persamaan 2.4

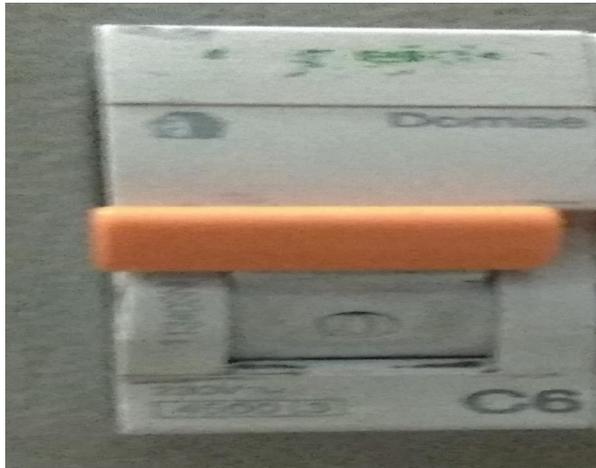
$$E = V \times I \times t$$

$$E = 12 \times 1.66 \times 24$$

$$E = 478.08WH = 478WH$$

3.1.1 Perhitungan Daya Pada Motor Penggerak Palang Secara *Real*

Daya pada motor penggerak palang rel kreta api merupakan motor servo 1 phasa, Motor *servo* adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian *control*(Hilal & Manan, 2015). Berdasarkan dari tempat penelitian motor servo 1 phasa memiliki tegangan 220 volt dan memiliki arus C6 atau 6 ampere. Untuk spesifik motor penggerak palang dapat dilihat gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Miniatur Circuit Breaker Untuk Motor Penggerak Palang
Sumber : Penulis

Diketahui tegangan motor penggerak palang adalah 220 volt dan arusnya adalah 6 ampere maka daya motor dapat menggunakan persamaan 2.2. Untuk itu daya motor penggerak palang ketika turun adalah:

$$P = V \times I$$

$$P = 220 \times 6$$

$$P = 1320 \text{ watt}$$

Sedangkan daya motor untuk penggerak pintu palang ketika naik adalah 20 % dari daya motor penggerak pintu palang ketika turun. Maka $20\% \times 1320 = 264$ W. Jadi daya motor penggerak palang ketika naik adalah $1320 + 264 = 1584$ W. Maka daya rata – rata motor penggerak pintu palang adalah

$$P_{\text{average}} = \frac{P_{\text{naik}} + P_{\text{turun}}}{2}$$

$$P_{\text{average}} = \frac{1320 + 1584}{2}$$

$$P_{average} = 1452 \text{ watt}$$

Maka untuk bisa mencari energi kita membutuhkan berapa waktu pengoperasian pintu palang, dimana ketika pintu palang tertutup itu memiliki waktu 11 detik begitu juga ketika pintu palang terbuka kembali juga 11 detik maka $11 \text{ detik} \times 2$. Kreta api dalam 1 hari itu melintas 28 kali/hari. Maka waktu pengoperasian palang pintu adalah

$$\text{pemakaian } 11 \text{ detik} \times 2 \times 28 \text{ kali/hari} = 616 \text{ detik atau } = 0,17 \text{ jam}$$

Maka energi palang pintu adalah

$$E = P_{average} \times t$$

$$E = 1452 \times 0.17$$

$$E = 246.84 \text{ WH} = 247 \text{ WH}$$

3.3.4 Perhitungan Energi Total Catu Daya *Hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar

Setelah mendapat daya *traffic light*, rangkaian *control* dan palang pintu rel kreta api maka kita bisa mendapat daya total seluruh rangkaian catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar.

$$E_{tot} = E_{traffic\ light} + E_{rangkian\ kontrol} + E_{palang\ pinturel}$$

$$E_{tot} = 2400 + 478 + 247$$

$$E_{tot} = 3125 \text{ WH}$$

3.3.5 Perhitungan Kapasitas Baterai Untuk Catu Daya *Hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar

Setelah mendapatkan energi total catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar maka kita bisa mendapatkan kapasitas baterai yang sesuai untuk catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar dengan menggunakan persamaan 2.2 dimana memakai baterai 12 volt.

$$P = V \times I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{3125}{12}$$

$$I = 260.41AH = 260AH$$

3.3.6 Perhitungan Inverter Untuk Palang Pintu Rel Kreta Api Secara Rel

Untuk mencari inverter yang sesuai untuk palang pintu rel kreta api yaitu 20% dari baterai maka inverter yang sesuai adalah

$$\text{Inverter} = 20 \% \times \text{Baterai}$$

$$\text{Inverter} = 20 \% \times 260$$

$$\text{Inverter} = 20 \% \times \text{Baterai}$$

$$\text{Inverter} = 52$$

$$\text{Inverter} = \text{Baterai} - 52$$

$$\text{Inverter} = 260 - 52 = 208 \text{ AH}$$

3.3.7 Perhitungan Banyaknya Solar Sel dan Baterai Untuk Di Pasang Secara Real

Setelah mendapat energi total maka kita bisa mengetahui berapa solar sel yang dibutuhkan untuk di aplikasikan, dengan menggunakan 4 asumsi yaitu:

Asumsi 1: Energi total yaitu 3125 WH dimana didapat berdasarkan perhitungan

Asumsi 2: Menggunakan solar sel 100 WP dimana didapat berdasarkan solar sel yang di jual di pasaran

Asumsi 3: Waktu penyinaran solar sel yaitu jam 08.00 WIB s/d 17.00 WIB (9 Jam). Berdasarkan penyinaran saya mengambil rata – rata penyinaran dalam 1 hari yaitu minimal 4 jam di karenakan sinar matahari tidak selalu cerah

Asumsi 4: Menggunakan baterai 12 volt / 260 AH dimana 260 AH merupakan kapasitas baterai yang sudah di hitung.

Maka banyak solar panel yang dibutuhkan yaitu:

$$\text{SolarPanel} = \frac{\text{EnergiTotal}}{100\text{WP} \times \text{MinimalWaktu}(4\text{Jam})}$$

$$\text{SolarPanel} = \frac{3125\text{WH}}{100\text{WP} \times (4\text{Jam})}$$

$$\text{SolarPanel} = \frac{3125\text{WH}}{400\text{WPH}}$$

$$\text{SolarPanel} = 8\text{pcs}$$

Maka banyak baterai yang dibutuhkan yaitu

$$3125 \times 2 \times 3 = 18750 \text{ WH}$$

Dimana pengali 2 merupakan suatu *factor* di mana baterai tidak boleh lebih dari 50 % kehilangan kapasitasnya. Sedangkan pengali 3 merupakan suatu *factor* untuk kebutuhan baterai dikarenakan solar sel sangat berpengaruh pada cuaca setiap hari dengan memperkirakan terjadi hujan / mendung dan tidak ada sinar matahari

$$Baterai = \frac{EnergiTotal \times 2 \times 3}{TeganganBaterai \times Arus \times kapasitasbaterai}$$

$$Baterai = \frac{18750WH}{12V \times 260AH}$$

$$Baterai = \frac{18750}{3120}$$

$$Baterai = 6 \text{ pcs}$$

3.3.8 Memperkirakan Daya Tahan Baterai Untuk Catu Daya Hybrid Pada Lampu Lalu Lintas Pintar Secara *Real*

Sebuah baterai dengan kapasitas per baterai 260 AH dalam perancangan kita membutuhkan 6 pcs baterai maka total kapasitas baterai adalah 1560 AH, 1560 AH dikarenakan 6 baterai di paralel. Maka sumber daya baterai = 1560 AH x 12 V = 18720 WH. Artinya dalam 1 jam baterai ini dapat menyuplai 18720 watt.

Total daya catu *hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar sebesar 3125 watt, maka daya tahan baterai nya adalah 18720 / 3125 = 6 Jam.

3.4 Perhitungan Solar Sel Secara Simulasi

Dalam perhitungan solar sel secara simulasi untuk mendapat hasil solar sel sama dengan cara mencari solar sel secara *real* yaitu dengan cara mencari daya total pada *traffic light*, rangkian control dan palang pintu maka kita dapat mengetahui solar yang tepat dalam simulasi.

3.4.1 Perhitungan Daya Pada *Traffic Light* Secara *Simulasi*

Dalam simulasi saya menggunakan 2 persimpangan dimana dalam 1 (satu) simpang terdiri dari 3 (tiga) lampu, maka dalam 2 simpang terdapat 6 lampu. Berdasarkan dari Pak Julius selaku penyedia alat – alat elektronik, daya 1 lampu lintas yaitu 0,06 W / 3 V yang akan hidup selama 24 jam yang terhubung secara paralel maka untuk aplikasi ini setiap hidup lampu lintas akan menghasilkan daya 0,06 WP. Maka daya untuk 2 persimpangan lampu merah dapat menggunakan persamaan 2-3.

$$P_{totl} = nP_{tl1} + n P_{tl2}$$

$$P_{totl} = 1(0.06) + 1(0.06)$$

$$P_{totl} = 0.06W + 0.06W$$

$$P_{totl} = 0.12 W$$

Dengan demikian kita dapat mencari arus lampu total yang *ON* dalam persimpangan, dengan menggunakan persamaan daya

$$P_{totl} = V_{tot} \times I_{tot}$$

$$I_{tot} = P_{totl} \div V_{tot}$$

$$I_{tot} = 0.12 / 3V$$

$$I_{tot} = 0.04A$$

Maka dengan demikian lampu yang beroperasi selama 24 jam energi yang dibutuhkan yaitu dapat menggunakan persamaan:

$$E = V \times I_{tot} \times t$$

$$E = 3 \times 0.04 \times 24$$

$$E = 2.88WH$$

3.4.2 Perhitungan Daya Pada Rangkaian Kontrol Secara *Simulasi*

Dalam perhitungan daya pada rangkaian *control* 1 unit rangkaian control sudah termasuk charger diprediksi 4 watt/12V oleh karena itu maka arus pada rangkaian control dapat menggunakan persamaan 2.2. Maka arus pada rangkaian control yaitu:

$$P = V \times I$$

$$I = P/V$$

$$I = 4/12$$

$$I = 0.34A$$

Maka dengan sudah diketahui arus pada rangkaian *control* maka kita dapat mencari energi pada rangkaian control tersebut di mana rangkaian *control* akan beroperasi selama 24 jam, untuk mencari energi dapat menggunakan persamaan 2.4

$$E = V \times I \times t$$

$$E = 12 \times 0.34 \times 24$$

$$E = 97.92WH$$

3.4.3 Perhitungan Daya Pada Motor Penggerak Palang Secara *Simulasi*

Dalam simulasi untuk motor penggerak palang yaitu dengan alat elektronik motor servo juga dimana spesifikasi motor servo berdasarkan dari Pak Julius yaitu 1A/12 V. Maka daya pada motor penggerak palang pintu secara *simulasi* ketika turun:

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \times 1 = 12W$$

Sedangkan daya motor untuk penggerak pintu palang ketika naik adalah 20 % dari daya motor penggerak pintu palang ketika turun. Maka $20\% \times 12W = 2.4 W$. Jadi daya motor penggerak palang ketika naik adalah $2.4 + 12 = 14.4 W$. Maka daya rata – rata motor penggerak pintu palang adalah:

$$P_{average} = \frac{P_{naik} + P_{turun}}{2}$$

$$P_{average} = \frac{12 + 14.4}{2}$$

$$P_{average} = 13.2 \text{ watt}$$

Maka untuk bisa mencari energi kita membutuhkan berapa waktu pengoperasian pintu palang, dimana ketika pintu palang tertutup itu memiliki waktu 11 detik begitu juga ketika pintu palang terbuka kembali juga 11 detik maka $11 \text{ detik} \times 2$. Kreta api dalam 1 hari itu melintas 28 kali/hari. Maka waktu pengoperasian palang pintu adalah:

$$\text{pemakaian } 11 \text{ detik} \times 2 \times 28 \text{ kali/hari} = 616 \text{ detik atau } = 0,17 \text{ jam}$$

Maka energi palang pintu adalah:

$$E = P_{average} \times t$$

$$E = 13.2 \times 0.17$$

$$E = 2.24 \text{ WH}$$

3.4.4 Perhitungan Energi Total Catu Daya *Hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar Secara *Simulasi*

Setelah mendapat daya *traffic light*, rangkaian *control* dan palang pintu rel kreta api secara *simulasi* maka kita bisa mendapat daya total seluruh rangkaian catu daya

hybrid pada lampu lalu lintas pintar secara simulasi.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{traffilight}} + E_{\text{rangkiankontrol}} + E_{\text{palangpinturel}}$$

$$E_{\text{tot}} = 2.88 + 97.92 + 2.24$$

$$E_{\text{tot}} = 103.4 \text{ WH}$$

3.4.5 Perhitungan Kapasitas Baterai Untuk Catu Daya *Hybrid* Pada Lampu

Lalu Lintas Pintar Secara *Simulasi*

Setelah mendapatkan energi total catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar maka kita bisa mendapatkan kapasitas baterai yang sesuai untuk catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar dengan menggunakan persamaan 2.2 dimana tegangan total dalam *simulasi* adalah 12 volt Maka kapasitas baterai secara perhitungan adalah:

$$P = V \times I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{103.04}{12}$$

$$I = 8.58 \text{ AH}$$

3.4.6 Perhitungan Banyaknya Solar Sel dan Baterai Untuk Di Pasang Secara

Simulasi

Setelah mendapat energi total maka kita bisa mengetahui berapa solar sel yang dibutuhkan untuk di aplikasikan, dengan menggunakan 4 asumsi yaitu:

Asumsi 1: Energi total yaitu 103.4 WH dimana didapat berdasarkan perhitungan

Asumsi 2 :Menggunakan solar sel 20 WP dimana didapat berdasarkan solar sel yang di jual di pasaran

Asumsi 3 :Waktu penyinaran solar sel yaitu jam 08.00 WIB s/d 17.00 WIB (9

Jam). Berdasarkan penyinaran saya mengambil rata – rata penyinaran dalam 1 hari yaitu minimal 4 jam di karenakan sinar matahari tidak selalu cerah

Asumsi 4: Menggunakan baterai 12 volt / 8.58 AH dimana 260 AH merupakan kapasitas baterai yang sudah di hitung.

Maka banyak solar panel yang dibutuhkan yaitu:

$$SolarPanel = \frac{EnergiTotal}{100WP \times MinimalWaktu(4Jam)}$$

$$SolarPanel = \frac{103.45WH}{20WP \times (4Jam)}$$

$$SolarPanel = 1.2 pcs$$

$$SolarPanel = 1 pcs$$

Maka banyak baterai yang dibutuhkan yaitu:

$$8.58 \times 2 \times 3 = 618.24 WH$$

Dimana pengali 2 merupakan suatu *factor* di mana baterai tidak boleh lebih dari 50 % kehilangan kapasitasnya. Sedangkan pengali 3 merupakan suatu *factor* untuk kebutuhan baterai dikarenakan solar sel sangat berpengaruh pada cuaca setiap hari dengan memperkirakan terjadi hujan / mendung dan tidak ada sinar matahari

$$Baterai = \frac{EnergiTotal \times 2 \times 3}{TeganganBaterai \times Arus \times kapasitasbaterai}$$

$$Baterai = \frac{618.24WH}{12V \times 8.58AH}$$

$$Baterai = 6 pcs$$

3.4.7 Memperkirakan Daya Tahan Baterai Untuk Catu Daya *Hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar Secara *Simulasi*

Sebuah baterai dengan kapasitas per baterai 8.58 AH dalam perancangan kita membutuhkan 6 pcs baterai maka total kapasitas baterai adalah 51.48 AH, 51.48 AH dikarenakan 6 baterai di paralel. Maka sumber daya baterai = $51.48 \text{ AH} \times 12 \text{ V} = 617.76 \text{ WH}$. Artinya dalam 1 jam baterai ini dapat menyuplai 617.76 watt.

Total daya catu *hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar dalam simulasi sebesar 103.04WH, maka daya tahan baterai nya adalah $617.76 / 103.04 = 5.99 \text{ Jam} = 6 \text{ Jam}$.

3.5 Perbandingan Catu Daya *Hybrid* Pada Lampu Lalu Lintas Pintar Secara *Real* dan *Simulasi*

Setelah mendapat perhitungan catu daya *hybrid* pada lampu lalu lintas pintar secara *real* dan *simulasi*, maka kita dapat melihat berapa besar perbandingan secara *real* dan *simulasi* di bagian daya total masing-masing.

Daya total *real* adalah

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{trafficlight}} + E_{\text{rangkiankontrol}} + E_{\text{palangpinturel}}$$

$$E_{\text{tot}} = 2400 + 478 + 247$$

$$E_{\text{tot}} = 3125 \text{ WH}$$

Daya total *simulasi* adalah

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{trafficlight}} + E_{\text{rangkiankontrol}} + E_{\text{palangpinturel}}$$

$$E_{\text{tot}} = 2.88 + 97.92 + 2.24$$

$$E_{\text{tot}} = 103.4 \text{ WH}$$

Maka perbandingan *real* dan *simulasi* adalah

Perbandingan = *real* : *simulasi*

Perbandingan = 3125 : 103.4

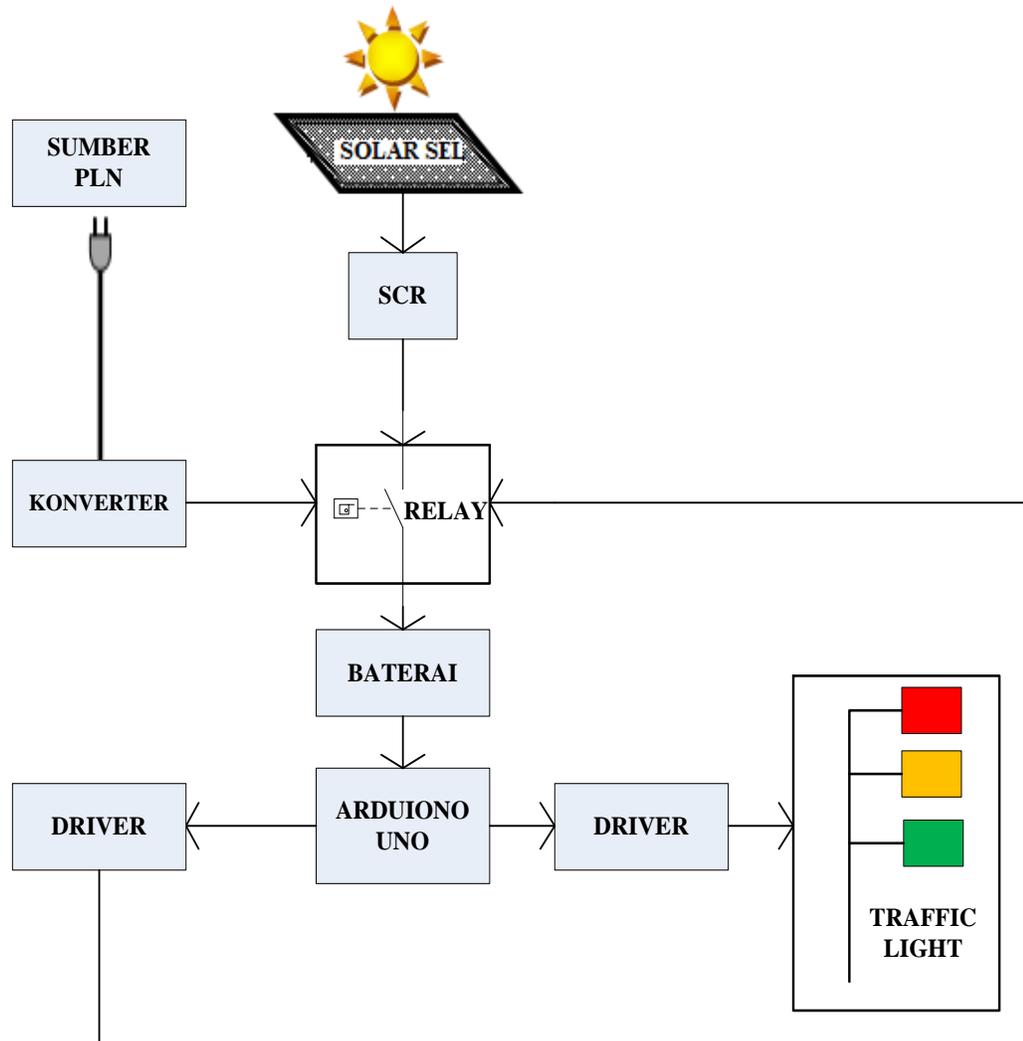
Perbandingan = 30 : 1

3.6 Blok Diagram Simulasi

Diagram yang diperlihatkan pada gambar 3-1 dibawah ini adalah diagram blok sistem menjelaskan bagian-bagian sistem seperti input – output sistem dan alirannya. Dalam hal ini adalah sebuah sistem pencatu daya mandiri. Seperti pada umumnya sebuah sistem terdiri dari masukan ,proses dan keluaran. Dalam hal ini masukan adalah sumber energi yang akan diolah menjadi energi untuk menjalankan atau mengaktifkan sebuah traffic light. Masukan terdiri dari 2 sumber yaitu energi listrik dari PLN dan energi cahaya matahari yang diubah menjadi listrik. Kedua energi ini digunakan untuk menghidupkan rangkaian lampu pengatur jalan. Kedua sumber energi juga akan disimpan ke batere sebagai cadangan apabila kedua sumber tersebut tidak tersedia misalnya saat terjadi pemadaman PLN dimalam hari,

Sebagai bagian pemroses, digunakan kontroler arduino uno yang akan mengatur proses penggunaan energi atau arus listrik sesuai kondisi . Kontroler juga akan menjaga agar batere tetap dalam kondisi penuh sehingga dapat digunakan saat dibutuhkan. Pada bagian output adalah bagian yang digunakan untuk kebutuhan pengaturan arus lalu lintas yaitu traffic light. Dengan demikian output yang dihasilkan adalah ketersediaan arus listrik yang dirancang agar mandiri dan tidak mengandalkan hanya satu sumber energi. Dengan demikian maka sistem traffic light

akan tetap bekerja jika terjadi



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Simulasi

Sumber : Penulis

3.7 Prinsip Kerja

Sistem bekerja berdasarkan program yang telah dibuat dan telah diunggah pada ic kontroler dalam hal ini adalah pada Arduino uno. Kontroler akan membaca masukan melalui salah input analog. Sebuah relay akan bekerja secara otomatis yaitu menswitch ke sumber batere jika arus PLN terputus dan akan dialihkan kembali

jika sumber tersebut telah tersedia kembali. Berikut akan dijelaskan fungsi dan cara kerja masing-masing komponen yang digunakan dalam sistem.

1. Kontroler Arduino Uno

Kontroler Arduino uno berfungsi sebagai pengendali sistem yaitu mengatur pengisian batere cadangan , mengatur aliran arus dari sumber ke beban dan sekaligus sebagai pengatur fase lampu lalu lintas (traffic light). Kontroler arduino diprogram dengan bahasa C dengan menggunakan I.D.E arduino soft versi 1.8.10. Program di unggah ke ic arduino melalui port usb yang terhubung dengan komputer.

2 Solar Panel/Panel Matahari

Solar panel berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan adalah listrik arus searah atau dc dengan tegangan bergantung pada intensitas yang diterimanya. Makin tinggi intensitas makin besar tegangan yang dihasilkan. Karena tegangan yang dihasilkan adalah fluktuatif maka sumber energi ini tidak dapat langsung digunakan untuk menjalankan beban karena tegangannya tidak konstan. Untuk itu dibutuhkan sebuah akumulator untuk menyimpan muatan sebelum digunakan yaitu batere. Daya yang dihasilkan oleh sebuah panel bergantung pada besarnya panel atau jumlah sel yang ada pada panel tersebut. Rancangan ini menggunakan panel 20 Watt tipe poly crystalline untuk menghasilkan tegangan 12V dengan arus maksimal 1,6A

3 Stepdown trafo dan penyearah

Stepdown berfungsi menurunkan tegangan dari PLN menjadi tegangan rendah 12V . Tegangan kemudian disearahkan oleh dioda dan kapasitor menjadi DC sebelum disuplai ke rangkaian, sebuah ic regulator AN7805 akan meregulasi tegangan menjadi 5 V yang stabil untuk kebutuhan rangkaian. Arus keluaran trafo stepdown adalah 3A dengan tegangan 12V.

4 Relay

Relay adalah saklar elekttonik yang digerakkan dengan arus listrik. Dalam rancangan ini terdapat 2 buah relay yang digunakan. 1 relay untuk mengatur peralihan antara PLN dengan batere, relay kedua untuk proses pengisian batere. Relay 1 akan bekerja otomatis d8mana jika tegangan PLN tersedia maka relay tersebut akan aktif karena dihubungkan pada sumber PLN tersebut. Sedangkan relay 2 diaktifkan oleh arduino saat kondisi batere membutuhkan pengisian ulang. Konttoler mengaktifkan relay tersebut melalui transistor driver.

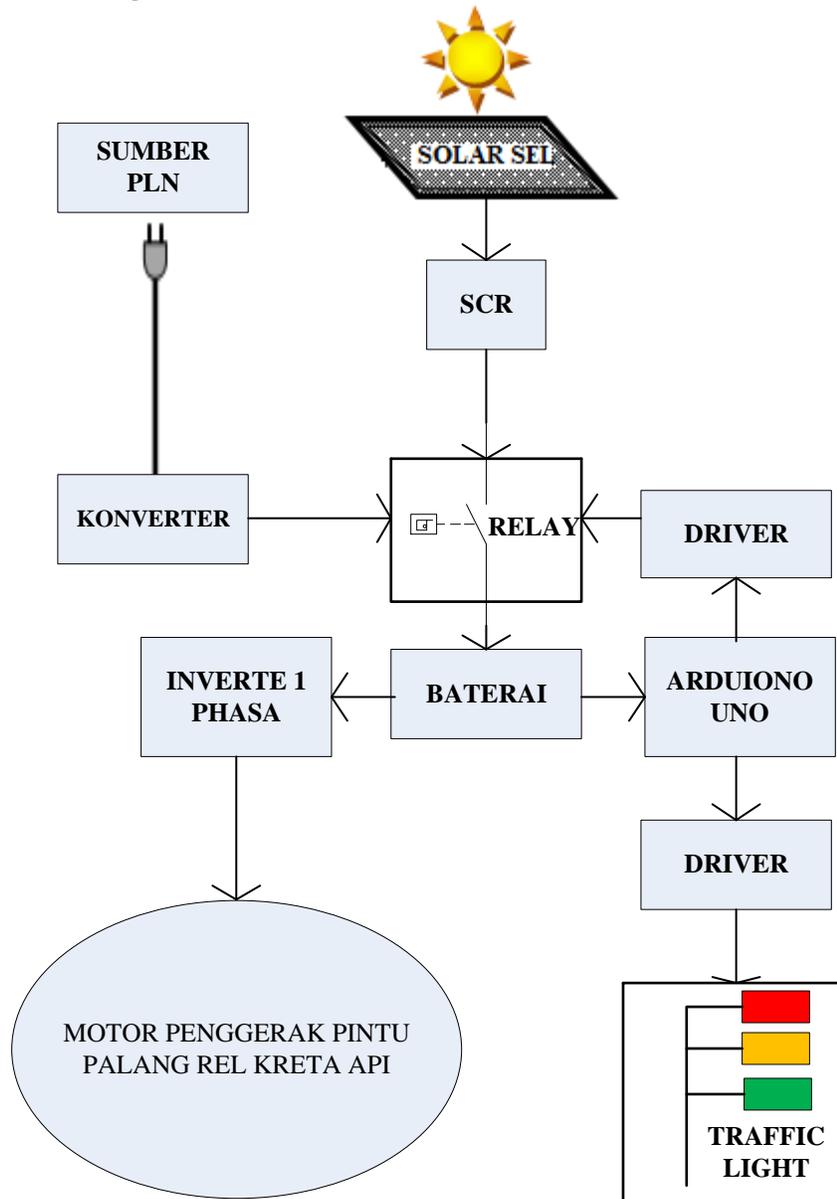
5 Transistor Driver

Transistor berfungsi sebagai penguat arus yang menguatkan arus dari kontroler arduino agar dapat mengendalikan beban yang lebih besar ,dalam hal ini adalah relay. Tipe transistor adalah NPN dengan nomor BD 139 . Dengan formasi common emitter transistor dapat diaktifkan dengan pemberian logika 1 pada basis yang memberikan arus bias pada transistor tersebut agar jenuh dan ON. Transistor akan OFF jika basi diberi logika 0 atau 0V.

6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi membaca tegangan batere untuk mengetahui kondisi batere atau kapasitas batere tersebut. Sensor tegangan hanya berupa 2 buah resistor pembagi tegangan yang membagi tegangan batere agar sesuai dengan level input analog arduino yaitu 0 hingga 5V. Tegangan output sensor yang dibaca oleh input analog arduino dikalibrasi oleh program kemudian dijadikan acuan apakah batere harus diisi atau tidak.

3.8 Blok Diagram Real



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Secara Real

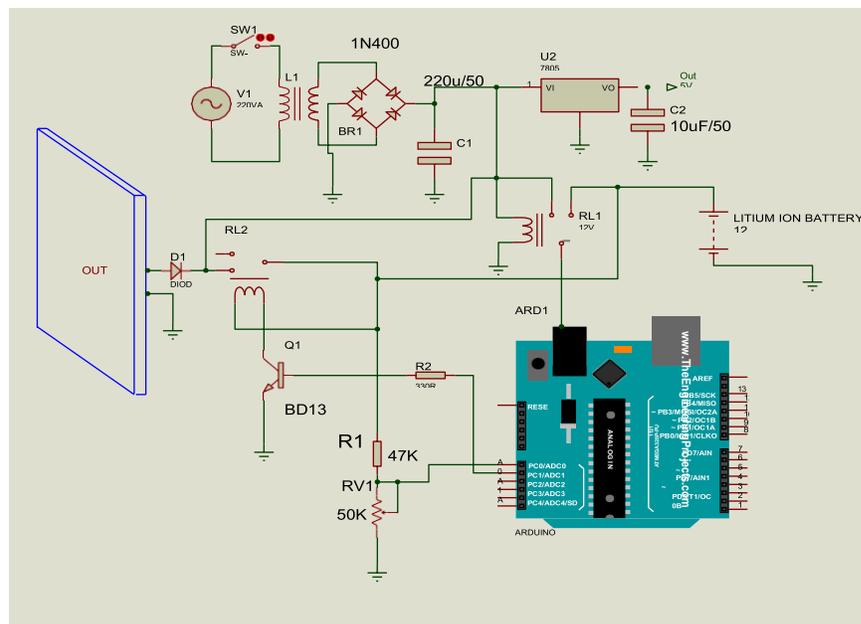
Sumber : Penulis

Berdasarkan diagram blok di atas solar sel yang merupakan catu daya dan sumber PLN sebagai pemback up solar sel ketika solar sel tidak berfungsi di karenakan *factor* cuaca atau lainnya. Dimana relay sebagai *switch* yang di atur /

di perintah melalui *arduino uno* di mana ketika solar sel bermasalah maka relay akan mengubah catu daya melalui sumber PLN dan ketika baterai penuh maka tidak ada sistem penchageran. Dari baterai menuju 2 beban 1 beban ke traffic light kemudian beban 2 ke palang pintu rel kereta api di mana fungsi inverter adalah sebagai pengganti tegangan DC menjadi AC di karenakan palang pintu rel itu memiliki beban AC 1 phasa.

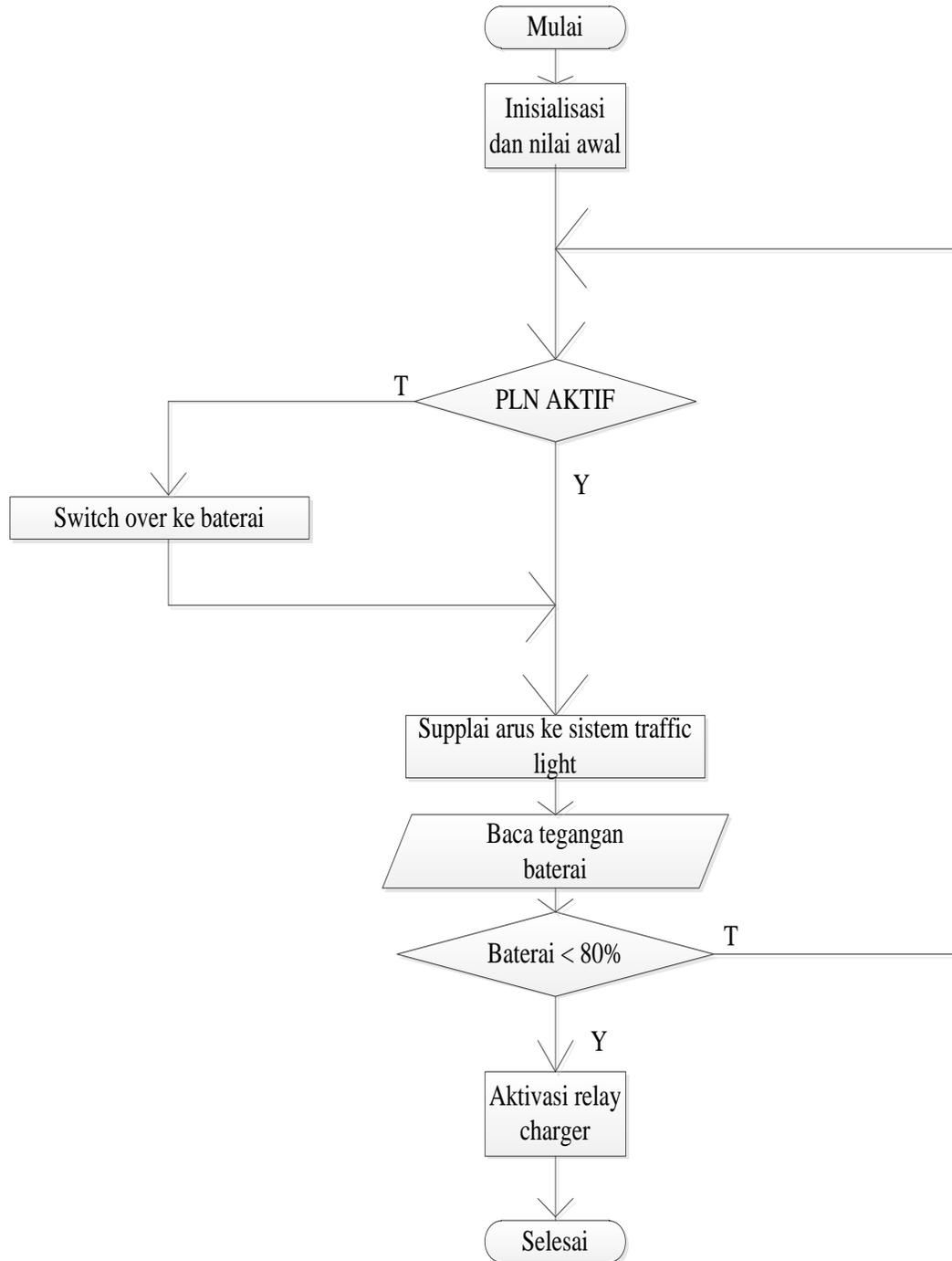
3.9 Perancangan Sistem Elektrik

Berikut di bawah ini merupakan perancangan Sistem Elektrik percangan catu daya hybrid sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas pintar



Gambar 3.4 Diagram Sistem Elektrik
Sumber : Penulis

3.10 Flow Chart



Gambar 3.5 Flow Chart Sistem

Sumber : Penulis

Flowchart sistem adalah sebuah diagram yang menjelaskan aliran program yang dibuat mulai dari start hingga selesai 1 proses atau 1 siklus kerja. Dalam hal ini, dimulai dengan inisialisasi dan nilai awal. Setelah itu program akan membaca kondisi sumber arus dari PLN jika arus PLN tersedia atau ON maka sumber tersebut akan dialirkan oleh relay ke keluaran untuk kebutuhan rangkaian. Sedangkan jika PLN tidak aktif atau OFF maka sumber akan dialihkan ke baterai yang menyimpan energi listrik sebelumnya. Kontroler juga akan membaca kondisi batere dan akan melakukan pengisian jika kapasitas batere dibawah 80%.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini adalah sebuah sistem catu daya dengan basis energi matahari. Catu daya digunakan untuk mensuplai sebuah perangkat pengatur lalu lintas (*traffic light*). Untuk mensimulasikan sebuah pembangkit energi tenaga matahari maka sistem catu daya dibangun dalam ukuran miniatur dengan skala 1:30.

Sebuah panel 20 Watt /12V digunakan untuk mengubah cahaya menjadi listrik. Listrik yang dihasilkan kemudian diisi pada baterai litium dengan bantuan solar charger controller. Sistem juga dilengkapi dengan charger dari listrik PLN untuk mengoptimalkan dan menghindari ketidaktersediaan cahaya matahari dalam jangka waktu yang panjang.

Charger PLN itu sendiri dikontrol oleh perangkat arduino untuk mengendalikan proses charger dan menjaga agar kondisi baterai tetap prima. Perhitungan kapasitas pembangkit disesuaikan dengan beban yang digunakan dalam hal ini adalah perangkat traffic light dengan intergasi pintu palang rel kereta api. Pada ukuran miniatur, kapasitas panel surya adalah 20 watt dan kapasitas baterai sebesar 6000 mAh. Daya penggunaan beban kurang dari 0,7 ampere sehingga jika diperhitungkan maka baterai dapat mensuplai arus hingga 8,5 jam .

Lama pengisian ulang oleh panel matahari sangat bergantung pada intensitas

cahaya pada saat itu. Sedangkan pada pengisian menggunakan listrik PLN dengan arus 0,6 ampere adalah selama 10 jam.

4.2 Analisa

Analisa perhitungan real sebuah sistem pembangkit listrik tenaga matahari untuk mensuplai perangkat *traffic light*.

1. Sebuah sistem *traffic light* membutuhkan energi untuk menghidupkan lampu .

Untuk 2 persimpangan minimal terdapat 4 buah lampu yang hidup pada waktu yang sama. Daya lampu tipe LED rata-rata adalah 25 watt/unit. Sehingga dibutuhkan 100 watt hanya untuk lampu.

2. Sistem *traffic light* membutuhkan sebuah rangkaian kontrol untuk mengendalikannya. Dalam hal ini diprediksi daya untuk rangkaian adalah sebesar 20 watt.

3. Sistem terintegrasi dengan pintu palang rel kereta api dan *buzzer* . Dimana pintu palang tidak bergerak terus menerus namun periodik. Maka perlu diperhitungkan berapa kali kereta api melintas didaerah tersebut . Menurut informasi frekuensi rata-rata lintas ^{kereta} api pada lokasi tersebut adalah 28 kali perhari. Sedangkan daya motor yang dibutuhkan untuk menutup pintu palang minimal adalah 3.8 kilowatt . Pemakaian daya untuk membuka dan menutup hanya beberapa detik yaitu 11 detik untuk menutup dan 1 detik untuk membuka kembali.

4. Kebutuhan mensuplai energi listrik ke *traffic light* adalah selama 24 jam/hari.

5. Berdasarkan informasi diatas maka dapat diperhitungkan daya yang dibutuhkan untuk mensuplai sistem agar alat pembangkit dapat direalisasikan.

a. Menutup hanya beberapa detik yaitu 11 detik untuk menutup dan 11 detik untuk membuka kembali.

Untuk motor penggerak pintu palang : daya palang pintu turun 1320 watt / 220V daya palang pintu naik 1584 watt/ 220V. Maka daya rata – rata daya naik + daya turun di bagi 2 = 1452 watt, sedangkan pemakaian palang pintu rel dalam 1 hari adalah 11detik x 2 x 28 kali/hari.= 616 detik atau = 0,17 jam . Dengan demikian energi untuk menggerakkan motor per hari adalah: $E = 1452W \times 0.17 H = 246.84 WH = 247 WH$

b. Kebutuhan mensuplai energi listrik ke traffic light adalah selama 24 jam/ hari.

c. Berdasarkan informasi diatas maka dapat diperhitungkan daya yang dibutuhkan untuk mensuplai sistem agar alat pembangkit dapat direalisasikan.

4.3 Pengujian Sistem

Sistem dibuat dalam ukuran miniatur untuk keperluan simulasi dan pembuktian konsep. Skala perbandingan miniatur dengan real adalah sekitar 1:30. Panel yang digunakan pada miniatur sebesar 20 Watt.Dan batere sebesar 3000 mAh. Hasil yang diperoleh dari pengujian adalah data-data karakteristik sebuah panel matahari 20 wp pada kondisi cuaca cerah. Data diperoleh dari pengukuran yang dilakukan mulai jam 9 pagi hingga jam 5 sore. Setiap jam data diukur dengan alat ukur volt dan amper.

Pengukuran dilakukan dengan kondisi tanpa beban dan berbeban .Hasil pengukuran diperlihatkan pada tabel 4.1 dibawah. Pengukuran tanpa beban adalah pengukuran output panel dengan kondisi lup terbuka yaitu tidak ada beban apapun yang terpasang pada output. Tujuan nya adalah untuk mengetahui karakteristik tegangan panel lup terbuka. Selanjutnya pengukuran berbeban dilakukan dengan memasang beban pada output panel. Beban dipilih sebuah lampu pijar 12V 20W dan 10W. Dengan adanya beban maka ada arus yang mengalir ,dengan demikian pengukuran juga dilakukan pada arus . Arus diukur dengan amper meter yang diserikan dengan beban. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan.



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban
Sumber : Penulis,2021

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dengan Beban Lampu

NO	JAM	TEGANGAN TANPA BEBAN (V)	DenganBeban 10Watt		Dengan beban 20Watt	
			V	I	V	I
1	09:00	18,9	11,45	0,74	10,99	1,51
2	09:30	19	12,05	0,80	11,90	1,65
3	10:00	19,58	13	0,88	12,69	1,76
4	10:30	19,15	12,1	0,84	12,54	1,73
5	11:00	19,08	12,85	0,86	13,02	1,80
6	11:30	19,31	12,55	0,84	12,67	1,74
7	12:00	20,1	13,2	0,89	12,9	1,79
8	12:30	18,9	11,45	0,78	11,96	1,65
9	13:00	19,1	12,7	0,85	12,26	1,70
10	13:30	19,07	12,07	0,84	12,7	1,77
11	14:00	18,9	11,5	0,78	11,45	1,60
12	14:30	19,18	11,12	0,76	11,3	1,59
13	15:00	19,12	12,5	0,84	11,19	1,57
14	15:30	18,9	11,47	0,78	11,49	1,59
15	16:00	17,91	10,98	0,71	10,46	1,45
16	16:30	17,48	10,18	0,70	10,09	1,40
17	17:00	17,23	9,95	0,67	10,08	1,40

Sumber : Penulis,2021

Dari table dan grafik diatas dapat dilihat tegangan yang dihasilkan sangat bergantung pada cahaya matahari yang diserap oleh panel. Makin terang cahaya matahari makin tinggi tegangan yang dikeluarkan. Terukur tegangan paling tinggi adalah 20,1 tanpa beban yaitu pada jam 12 siang. Hal ini karena matahari berada pada posisi tegak lurus dengan panel dan tidak tertutup awan sehingga energi yang diserap sangat maksimal.

Daya yang diberikan oleh panel dapat dihitung dengan persamaan daya yaitu $P = V \times I$, Tabel berikutnya adalah tabel hasil pengukuran daya terhadap beban 10 W dan 20 W.



Gambar 4.2 Pengukuran Panel Surya dengan Beban 10 Watt
Sumber : Penulis,2021

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran dengan Beban Lampu Pijar 10 Watt

NO	JAM	TEGANGAN TANPA BEBAN (V)	DenganBeban 10Watt		Daya Solar Sel (watt)
			V	I	
1	09:00	18,9	11,45	0,74	8.47
2	09:30	19	12,05	0,80	8.91
3	10:00	19,58	13	0,88	11.44
4	10:30	19,15	12,1	0,84	10.16
5	11:00	19,08	12,85	0,86	11.05
6	11:30	19,31	12,55	0,84	10.54
7	12:00	20,1	13,2	0,89	11.74
8	12:30	18,9	11,45	0,78	8.93
9	13:00	19,1	12,7	0,85	10.79
10	13:30	19,07	12,07	0,84	10.13
11	14:00	18,9	11,5	0,78	8.97
12	14:30	19,18	11,12	0,76	8.45
13	15:00	19,12	12,5	0,84	10.5
14	15:30	18,9	11,47	0,78	8.94
15	16:00	17,91	10,98	0,71	7.79
16	16:30	17,48	10,18	0,70	7.12
17	17:00	17,23	9,95	0,67	6.67

Sumber : Penulis,2021

Daya puncak dihasilkan pada saat tegangan puncak yaitu 13,2V untuk beban 10 watt dan 12,9 untuk beban 20 watt yaitu 11,74 watt dan 23,09 watt. Sedangkan daya pada saat jam 4 sore menurun tajam, hal ini dikarenakan mulai berawan pada saat itu sehingga intensitas cahaya matahari berkurang. Dengan demikian terjadi penurunan tegangan panel. Dari hasil pengukuran diatas juga dapat dicari tahanan dalam dari beban yaitu dengan menggunakan persamaan $R = V / I$, cari tahanan tiap pengukuran dan cari nilai rata2 tahanan yang dihitung. Berikut adalah nilai tahanan yang dihitung $R1 = 11,45V / 0,74A = 15,4 \text{ Ohm}$.



Gambar 4.3 Pengukuran Panel Surya dengan Beban 20 Watt
Sumber : Penulis,2021

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran dengan Beban Lampu Pijar 20 Watt

NO	JAM	TEGANGAN TANPA BEBAN (V)	DenganBeban 20Watt		Daya Solar Sel (watt)
			V	I	
1	09:00	18,9	10,99	1,51	16,59
2	09:30	19	11,90	1,65	19.63
3	10:00	19,58	12,69	1,76	22.33
4	10:30	19,15	12,54	1,73	21.69
5	11:00	19,08	13,02	1,80	23.43
6	11:30	19,31	12,67	1,74	22.04
7	12:00	20,1	12,9	1,79	23.09
8	12:30	18,9	11,96	1,65	19.73
9	13:00	19,1	12,26	1,70	20.84
10	13:30	19,07	12,7	1,77	22.47
11	14:00	18,9	11,45	1,60	18.32
12	14:30	19,18	11,3	1,59	17.96
13	15:00	19,12	11,19	1,57	17.56
14	15:30	18,9	11,49	1,59	18.26
15	16:00	17,91	10,46	1,45	15.16
16	16:30	17,48	10,09	1,40	14.12

Sumber : Penulis,2021

4.3.1 Analisa Perhitungan Energi Hasil Konversi Pada Panel Surya

Energi yang diperoleh dari sebuah panel surya adalah hasil akumulasi daya per waktu, pada umumnya dengan satuan jam misalnya watt-hour atau kilowatt-hour. Dengan demikian dapat dihitung energi yang diperoleh dari data diatas yaitu jumlah dari daya tiap jam dari pagi hingga sore. Persamaan untuk mencari energi adalah :

$E = P \times t$, dimana E : energi, P : daya dan t adalah waktu dimana daya tersebut bekerja. Dari data diatas maka energi yang diperoleh dari panel surya selama 1 hari adalah :

$$E = (P1 \times t1) + (P2 \times t2) + (P3 \times t3) + (P4 \times t4) + (P5 \times t5) + \dots \dots \dots (P17 \times t17)$$

Dengan t adalah 1 jam .

Maka energi yang dihasilkan dengan beban lampu pijar 10

watt adalah: $E = 146.81 \text{ AH}$

Dan untuk beban lampu pijar 20 watt adalah :

$E = 282.51 \text{ AH}$

4.3.2 Analisa Proses Pengujian Baterai Dengan Panel Surya 20 WP

Pengujian proses charging dilakukan dengan cara menghubungkan batere pada panel surya dengan perantara sebuah charger controler. Pengujian juga dilakukan dilapangan dibawah terik matahari mulai jam 8 hingga jam 5 sore dengan kondisi batere dalam keadaan kosong. Tegangan batere diukur dengan voltmeter dan dicatat sebagai data. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Proses Pengisian Ulang Baterai

NO	JAM	TEGANGAN PANEL (V)	Baterai 12 volt		Daya Solar Sel (watt)
			V	I	
1	09:00	11,90	10,83	0,59	6.38
2	09:30	12,93	11,02	0,68	7.49
3	10:00	13,69	11,08	0,73	8.08
4	10:30	12,54	11,54	0,74	8.53
5	11:00	13,09	12,02	0,81	9.73
6	11:30	12,60	12,68	0,84	10.6 5
7	12:00	12,91	12,91	0,79	10.1 9
8	12:30	11,86	12,96	0,70	9.07
9	13:00	12,20	12,99	0,76	9.87
10	13:30	12,71	13,07	0,77	10.0 6
11	14:00	13,85	13,45	0,60	8.07
12	14:30	13,73	13,81	0,59	8.14
13	15:00	12,69	13,80	0,57	7.86
14	15:30	12,39	13,79	0,59	8.13
15	16:00	11,42	13,56	0,35	4.74
16	16:30	11,07	13,09	0,20	2.61
17	17:00	11,08	13,05	0,15	1.97

Sumber: Penulis,2021

Dari tabel diatas terlihat perbedaan dengan tabel sebelumnya yaitu perubahan arus akan berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan oleh panel. Pada pengujian dengan batere , arus akan menurun walaupun tegangan panel tinggi . Hal ini karena pada saat batere kosong nilai resistansi batere lebih kecil sehingga akan menarik arus yang lebih besar, dan pada saat batere mulai penuh resistansi menjadi besar dan arus akan menurun. Hingga batere penuh arus akan mendekati nol ampere. Batas tegangan charge batere adalah 13,8 dimana hal ini diatur oleh charger controller agar tidak merusak batere. Pengujian Proses pengosongan batere.

Pengujian pengosongan atau membuang muatan batere dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas batere sesuai dengan yang tertera pada bada batere atau tidak. Batere yang digunakan adalah batere Litium dengan kapasitas 3000 mAh. Tegangan jerja adalah 13V. Pengosongan dilakukan dengan menghubungkan batere dengan sebuah beban , dalam hal ini adalah lampu pijar 10 watt. Batere dinyatakan kosong apabila tegangan batere turun hingga dibawah 10 Volt , hasil pengujian adalah sebagai berikut.

4.3.3 Analisa Proses Pengisian Baterai Dengan Panel Surya 20 WP

Dalam analisa untuk menguji berapa lama baterai untuk penuh dalam pengisian menggunakan *panel surya 20 WP*

Tabel 4.5 Hasil Proses Pengisian Baterai Dengan Panel Surya 20 WP

NO	JAM	TEGANGAN PANEL (V)	Baterai 12 volt		Daya Solar Sel (watt)
			V	I	
1	09:00	11,90	10,83	0,59	6.38
2	09:30	12,93	11,02	0,68	7.49
3	10:00	13,69	11,08	0,73	8.08
4	10:30	12,54	11,54	0,74	8.53
5	11:00	13,09	12,02	0,81	9.73
6	11:30	12,60	12,68	0,84	10.6 5
7	12:00	12,91	12,91	0,79	10.1 9
8	12:30	11,86	12,96	0,70	9.07
9	13:00	12,20	12,99	0,76	9.87
10	13:30	12,71	13,07	0,77	10.0 6
11	14:00	13,85	13,45	0,60	8.07
12	14:30	13,73	13,81	0,59	8.14
13	15:00	12,69	13,80	0,57	7.86
14	15:30	12,39	13,79	0,59	8.13
15	16:00	11,42	13,56	0,35	4.74

Sumber: Penulis,2021

Dari tabel diatas bisa kita lihat tegangan puncak baterai untuk penuh di pukul 14.30 berarti secara simulasi baterai penuh adalah 5 jam setengah maka dari percobaan diatas kita dapat menghitung secara teori di mana kapasitas baterai yang kita gunakan adalah 3000 MAH atau 3 AH di mana arus keluaran rata – rata baterai dari pukul 09.00 – 16.00 adalah 0.73 A maka $t = AH/I, t = 3/0.73 = 4.9 \text{ Jam} = 5 \text{ Jam}$

Tabel 4.6 Pengujian Pengosongan Batere *Litium* dengan Lampu Pijar 10 Watt

Waktu	Tegangan batere (V)	Arus beban (A)	Daya(Watt)
8:00	13,05	0,90	11,74
9:00	12,76	0,85	11,30
10:00	12,03	0,83	10,40
11:00	11,58	0,80	9,21
12:00	9,79	0,67	6,65
13:00	5,38	0,37	2,01

Sumber : Penulis,2021

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa batere efektif bekerja pada jam 8 hingga jam 11, pada jam 12 tegangan batere telah turun drastis dan tidak mampu mensuplai beban hingga 80%. Sehingga dapat dinyatakan batere telah kosong. Dengan demikian dapat dihitung kapasitas batere yang diuji sebagai berikut :

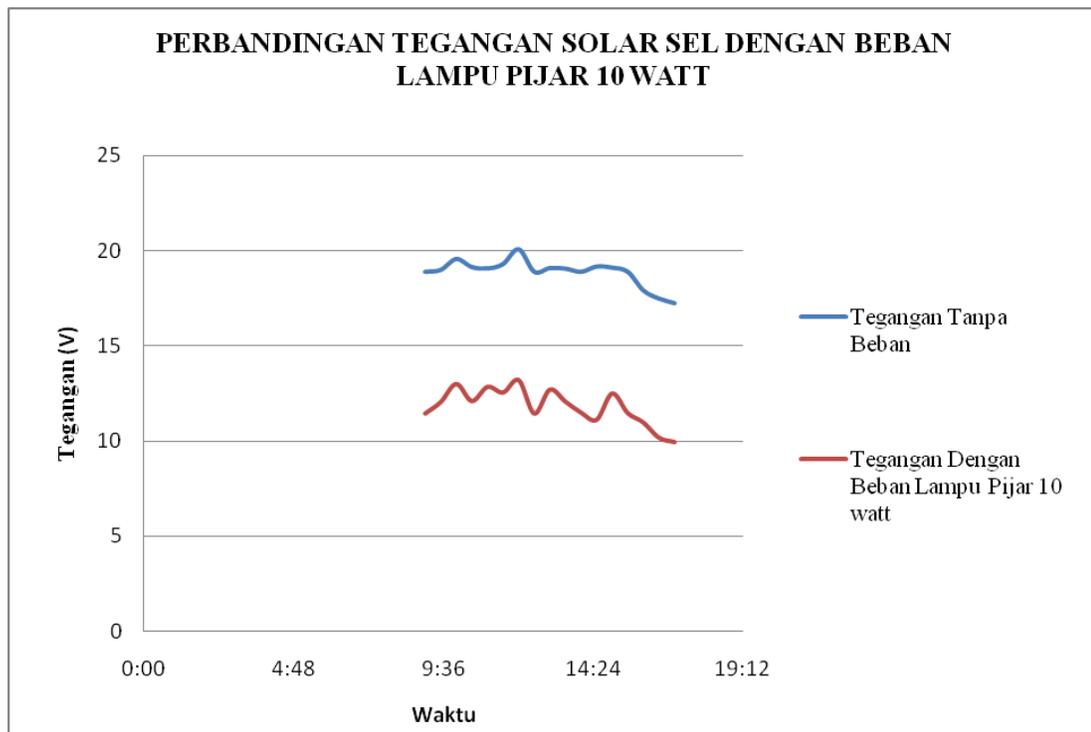
Karena $t = 1 \text{ jam}$, dan sama untuk pengukuran, maka :

$$\text{Kapabilitas baterai} = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6) \times t_1$$

$$= (0,9 + 0,85 + 0,83 + 0,8 + 0,67 + 0,37) \times 1 = 4.42 \text{ Ampere hour atau } = 4420\text{mAh.}$$

Dengan demikian kapasitas baterai tidak kurang dari data yang tertera pada baterai.

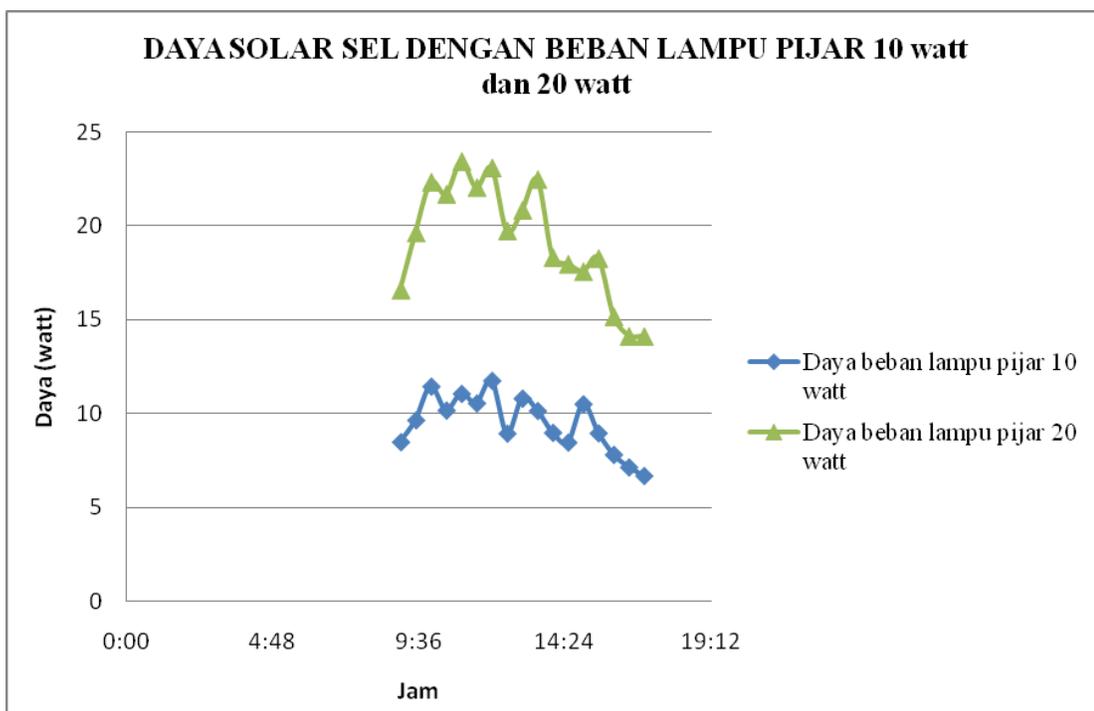
4.1 Grafik Pengujian



Grafik 4.1 Pengukuran Tegangan Solar Sel Tanpa Beban dengan Beban Lampu Pijar 10 watt

Sumber : Penulis, 2021

Berdasarkan grafik di atas pengujian solar sel perbandingan tegangan tanpa beban dan beban lampu pijar 10 watt, dimana tegangan puncak yang tertinggi itu berada di jam 12.00 wib dimana tegangan solar sel tanpa beban 20.1 volt dan beban lampu pijar 13.2 volt. Berdasarkan hasil percobaan tegangan solar sel ketika tidak bebani itu berbeda atau pun menurun ketika di bebani dan tegangan mulai menurun ketika tidak ada terik matahari yang berada pada jam 17.00 wib.

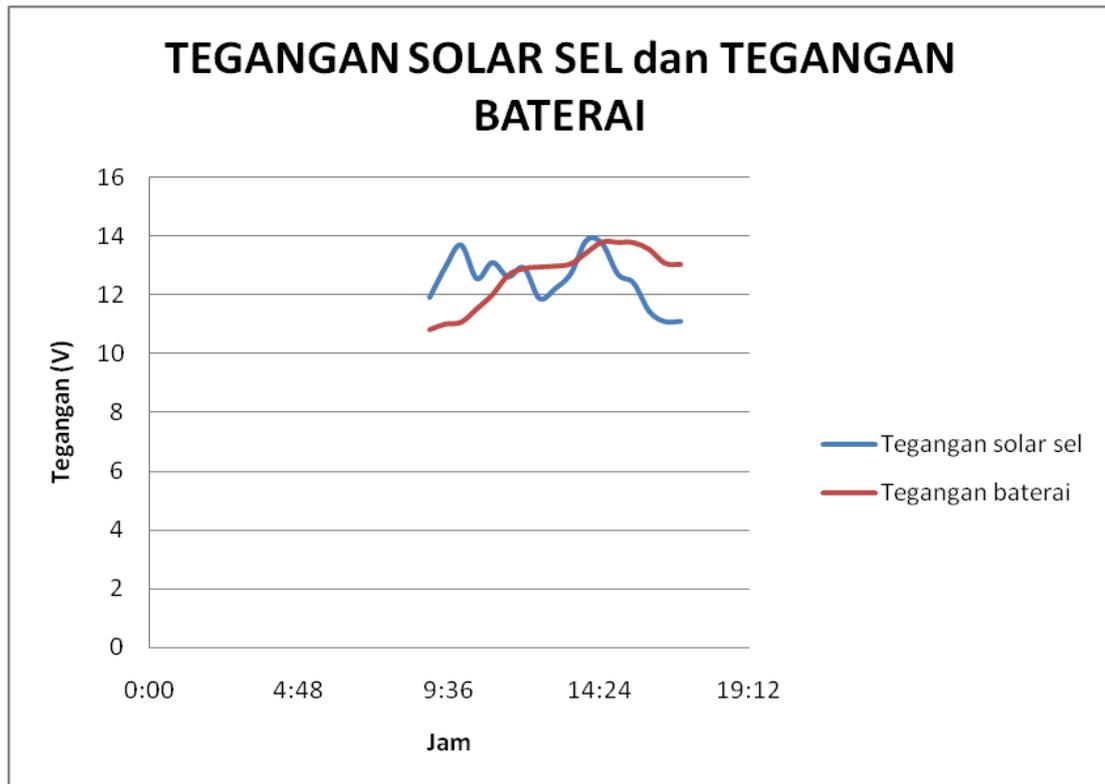


Grafik 4.2 Pengukuran Tegangan Solar Sel dengan Beban Lampu Pijar 10 watt dan 20 watt

Sumber : Penulis,2021

Dalam grafik di atas merupakan daya solar sel dengan beban lampu pijar 10 watt dan 20 watt dalam grafik di atas dapat dilihat bahwa daya ketika beban lampu pijar 10 watt lebih kecil di dibandingkan beban 20 watt. Itu di karenakan arus pada lampu pijar 10 watt lebih kecil di bandingka arus lampu pijar 20 watt. Itu dapat

dilihat dari rumus daya $P = V \cdot I$. Dimana daya dengan arus berbanding lurus semakin daya meningkat maka arus juga akan semakin meningkat.



Grafik 4.3 Tegangan Solar Sel dan Tegangan Baterai

Sumber : Penulis,2021

Dalam grafik di atas terjadi feed back antara solar sel dengan baterai di mana ketika semakin bertambah waktu maka baterai akan bertambah tegangan nya sedangkan solar sel tegangan akan berkurang di karenakan tidak ada terik matahari lagi itu dapat di lihat pada jam 17.00 wib di mana tegangan baterai full dan tegangan pada solar sel menurun. Sedangkan puncak pada jam 12/00 wib.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Beban yang melalui catu daya harus di kontrol melalui SCC
2. Solar sel yang dibutuhkan untuk catu daya *hybrid* sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas pintar secara real adalah 100 WP / 8 pcs
3. Baterai yang di butuhkan untuk catu daya *hybrid* sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas pintar secara real adalah 260 AH / 6 pcs
4. Inverter yang digunakan secara real adalah 208 AH
5. Daya palang pintu rel ketika turun lebih kecil di bandingkan daya ketika naik
6. Perbandingan real dengan simulasi adalah 30
7. Untuk meningkat agar catu daya hybrid pada lampu lalu lintas agar beroperasi 24 jam tanpa memakai PLN AH baterai harus dinaikan

5.2 Saran

1. Untuk solar sel yang di butuhan secara real sebaiknya menggunakan solar sel dengan kapasistas 100 WP / 8 pcs
2. Solar sel yang digunakan sebaiknya jenis solar sel thin film agar tidak banyak memakan tempat
3. Untuk baterai yang dibutuhkan sebanyak 6 pcs mengingat factor cuaca dan baterai yang tidak boleh kosong karena bisa merusak baterai
4. Untuk memenuhi kebutuhan secara real biaya yang dikeluarkan mahal

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiyan, N. (2015). *Karakterisasi Panel Surya Model SR-156P-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari*. 1–72.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Doug Kettels, Februari 2015, *Electric Vehicle charging Technology Analysis and standards*, Florida Solar Energy Center, Amerika Serikat
- Hilal, A., & Manan, S. (2015). Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu. *Gema Teknologi*, 17(2), 95–99. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i2.8924>
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Isyanto, H. (2016) 'Simulasi studi sisten traffic light terintegrasikreta api' , pp. 43-52
- Kerningham, .B W. and Ritchi, D. M. (1972) 'Pengenalan bahasa C' , pp 27-68. Bishop, Owen. *"Dasar-dasar Elektronika" . Terjemahan Electronics . Penerbit PT. Gelora Aksara Pratama. Jakarta (10 Mei 2017)*
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi. (2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(7), 867-873.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, F., M. A., & Huda, I. F. (2017). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor*, 18(1), 10–42.
- Ranny Dwidayanti. (2017). *Optimasi Pengisian Daya Baterai Pada Panel Surya Menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT)*. 11(1).

Rochman, sagita dan Prijo sembono, B. (2014). *UNTUK MOBIL LISTRIK MENGGUNAKAN ENERGI SEL SURYA DENGAN METODE SEKUENSIAL* Sagita Rochman *) dan Budi Prijo Sembodo *). 12, 61–66.

Wirdasari, D. (2010). *Membuat Program dengan Menggunakan Bahasa “ C “*. 8(1), 394–409.

Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 1(1), 10-15.