



**ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGISIAN
BATERAI HANDPHONE**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Pancabudi**

SKRIPSI

O L E H

**NAMA : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
NPM : 1724210372
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

Handwritten notes:
Ace Jilid
29/09/19
7

Handwritten notes:
Ace Jilid
29/09/19
7
Handwritten signature
Handwritten signature
Handwritten signature



ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGISIAN BATERAI HANDPHONE

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi

Handwritten notes:
Ace Jilid
Handwritten signature
9-7-2019
Silly Amza

SKRIPSI

OLEH

NAMA : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
NPM : 1724210372
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019

ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGISIAN BATERAI HANDPHONE

Disusun dan Disajikan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Pancabudi

SKRIPSI

NAMA : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
NPM : 1724210372
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Diketahui dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Rahmani, S.T., MT

Dosen Pembimbing II



Hariyanto, S.T

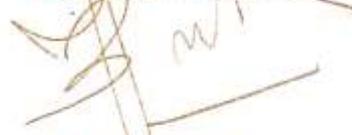
Diketahui dan Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc

Ketua Program Studi



Hamdani, S.T., M.T

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka



Medan, Juli 2019

William Fernandes Sitanggang

1724210372

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : William Fernandes Sitanggang
NPM : 1724210372
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 : Analisis Pemanfaatan Solar Cell Untuk Pengisian Baterai Handphone. 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, Juli 2019

William Fernandes Sitanggang

1724210372

Telah Diperiksa oleh L.P.M.U dengan Plagiarisme 45%
 10 Juli 2019
 AN K. F. ...
 UNPA
 THARMIZI HAKIM
 ...

FM BPAA-2012-041

Medan, 08 Juli 2019
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
 UNPAB Medan
 Di -
 Tempat

Tanda Bebas Pustaka
 No. 190/Perp/Rp/2019
 Dinyatakan tidak ada sangkut paut dengan UPT Perpustakaan
 Medan, U 8 JUL 2019
 S. Sugianto, S.Pd, S.Psi
 UNPAB
 UPT. PERPUSTAKAAN

Yang terhormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :
 Tempat/Tgl. Lahir :
 Nama Orang Tua :
 N. P. M :
 Fakultas :
 Program Studi :
 No. HP :
 Alamat :

: WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 : Nunukan / 27 April 1996
 : SIRUS SITANGGANG
 : 1724210372
 : SAINS & TEKNOLOGI
 : Teknik Elektro
 : 081265559619
 : Dusun XI Emplasmen Desa Bandar Klippan Tembung

Yang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul Analisis Pemanfaatan Solar Cell untuk Revisi Baterai Hanphone. Selanjutnya saya menyatakan :

- Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
- Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
- Telah tercap keterangan bebas pustaka
- Terselip surat keterangan bebas laboratorium
- Terselip pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
- Terselip foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
- Terselip pelunasan kwintansi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
- Skrripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
- Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
- Terselip surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
- Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
- Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perticnan sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp. 800.000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp. 3.000.000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp. 100.000
4. [221] Bebas LAB	: Rp. 5.000
Total Biaya	: Rp. 2.405.000
	10.375.000
	Rp. 6.155.000

14 Juli 2019
 (Signature)

Ukuran Toga : L

Diketahui/Disetujui oleh
 (Signature)
 S. Sugianto, S.Pd, S.Psi
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat,
 (Signature)
 WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 1724210372

- Catatan:
- 1. 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
 - 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

TANDA BEBAS PUSTAKA
 No. 190/Perp/Rp/2019
 Dinyatakan tidak ada sangkut paut dengan UPT Perpustakaan
 Medan, U 8 JUL 2019
 S. Sugianto, S.Pd, S.Psi
 UNPAB
 UPT. PERPUSTAKAAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN MENGAJUKAN JUDUL SKRIPSI

yang bertanda tangan di bawah ini :

: WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 : NUNUKAN / 27 April 1996
 : 1724210372
 : Teknik Elektro
 : Teknik Energi Listrik
 : 125 SKS, IPK 3.18

yang telah dicapai
 ini mengajukan judul skripsi sesuai dengan bidang ilmu, dengan judul:

Judul SKRIPSI	Persetujuan
RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR ALKOHOL PADA MINUMAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ3 BERBASIS ARDUINO	<input checked="" type="checkbox"/>
PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI ASAP ROKOK DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ASAP AF30 BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51	<input type="checkbox"/>
RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG MENGGUNAKAN SENSOR MQ-6 BERBASIS ATMEGA 8	<input type="checkbox"/>

yang disetujui oleh Kepala Program Studi diberikan tanda

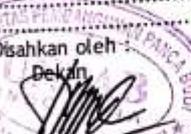
Rektor I,

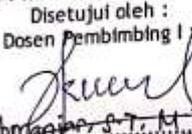
 (Ir. Bhakti Alamsyah, M.T., Ph.D.)

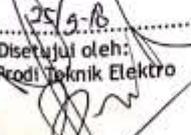
Medan, 29 Agustus 2018

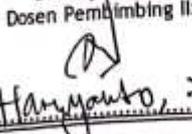
Pemohon,


 (William Fernandes Sitanggang)

Nomor :
 Tanggal :
 Disahkan oleh :
 Dekan

 (Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc.)

Tanggal : 21/8-18
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing I

 (Rahmawati S.T., M.T.)

Tanggal : 25/8-18
 Disetujui oleh :
 Ka. Prodi Teknik Elektro

 (Hamdani, S.T., M.T.)

Tanggal : 21/8-18
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing II

 (Hamdani, S.T., M.T.)

No. Dokumen: FM-LPPM-08-01 Revisi: 02 Tgl. Eff: 20 Des 2015



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Jend. GatotSubroto Km 4,5 ☎ 061-50200508 Medan - 20122
Email : fastek@pancabudi.ac.id <http://www.pancabudi.ac.id>

BERITA ACARA PERUBAHAN JUDUL SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : William Fernandes Sitanggang
N P M : 1724210372
Prodi : Teknik Elektro
Stambuk : 2017

Mengalami perubahan judul skripsi / tugas akhir sebagai berikut:

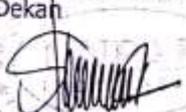
Judul Awal : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol pada Minuman Sensor MQ3
Berbasis Arduino

Judul : Analisis Pemanfaatan Solar Cell untuk Pengisian Baterai Hanphone
Perubahan

Alasan : Karena Tidak Masuk ke Teknik Listrik
Perubahan

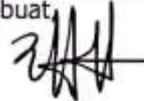
Demikian berita acara perubahan judul/tugas akhir ini saya perbuat dengan sebenarnya.

Diketahui oleh,
Dekan


Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc

Medan, 17 Mei 2019

Pembuat



William Fernandes Sitanggang



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpab@pancabudi.ac.id
 Medan - Indonesia

Universitas : Universitas Pembangunan Panca Budi
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Dosen Pembimbing I : Rahmaniar, S.T., M.T.
 Dosen Pembimbing II : Hariyanto, S.T.
 Nama Mahasiswa : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1724210372
 Jenjang Pendidikan : S1 TEKNIK ELEKTRO
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK
 PENGISIAN BATERAI HANDPHONES

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
17/10-2018	- Seminar proposal	<i>[Signature]</i>	
9/12-2018	- Perubahan judul & penguatan tujuan penelitian	<i>[Signature]</i>	
10/12-2018	- Perbaiki latar belakang sesuai dengan tujuan penelitian	<i>[Signature]</i>	
19/12-2018	- perbaiki teori dasar	<i>[Signature]</i>	
5/3-2019	- Perbaiki teori pendukung sebagai optimasi	<i>[Signature]</i>	
4/4-2019	- Perbaiki metodologi penelitian	<i>[Signature]</i>	
26/4-2019	- Lanjutkan BAB IV	<i>[Signature]</i>	
15/5-2019	Att seminar hasil	<i>[Signature]</i>	

Medan, 04 Desember 2018
 Diketahui/Ditetujui oleh :
 Dekan,

[Signature]
 Sri Shikdi Indira, S.T., M.Sc.



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpab@pancabudi.ac.id
 Medan - Indonesia

Universitas : Universitas Pembangunan Panca Budi
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Dosen Pembimbing I : RAHMANIAR, S.T, M.T
 Dosen Pembimbing II : HARIYANTO S.T
 Nama Mahasiswa : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 Jurusan/Program Studi : Teknik Elektro
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1724210372
 Jenjang Pendidikan : SI TEKNIK ELEKTRO
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELA UNTUK PENGISIAN BATERAI HANAPPHONE

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
17/10-2018	Acc proposal layout Bab 1 & 2	[Signature]	
6/12-2018	Sintronisasi. Latar belakang, Alasan	[Signature]	
13/12-2018	Perbaiki layout tulisan & gambar (spasi & indikasi)	[Signature]	
20/12-2018	Perbaiki tulisan, sumber ref. mesin celu tulisan yang digambarkan dalam gambar layout Bab III & IV	[Signature]	
7/1-2019	Perbaiki sistematika metode. serta flow chart.	[Signature]	
6/4-2019	Selaras bar serta pembahasan dan perbaikan tabel	[Signature]	
20/4-2019	Perbaikan gambar gambar	[Signature]	
20/5-2019	Acc pembuat	[Signature]	

Medan, 17 Mei 2019
 Diketahui/Disetujui oleh :
 Dekan,

[Signature]
 Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc.



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
 Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpab@pancabudi.ac.id
 Medan - Indonesia

Universitas
 Fakultas
 Dosen Pembimbing I
 Dosen Pembimbing II
 Nama Mahasiswa
 Jurusan/Program Studi
 Nomor Pokok Mahasiswa
 Jenjang Pendidikan
 Judul Tugas Akhir/Skripsi

: Universitas Pembangunan Panca Budi
 : SAINS & TEKNOLOGI
 : RAHMANIAR, S.T., MT
 : HARIYANTO, S.T
 : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 : Teknik Elektro
 : 1724210372
 : SARJANA
 : ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGHIAN
 : BATERAI HANDPHONE

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
13/07/2019	Acc sidang		
8/08/2019	Acc jilid		

Medan, 06 Juli 2019
 Diketahui/Disetujui oleh :
 Dekan,

Sri Shendi Indira, S.T., M.Sc.



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpab@pancabudi.ac.id
 Medan - Indonesia

Universitas
 Fakultas
 Dosen Pembimbing I
 Dosen Pembimbing II
 Nama Mahasiswa
 Jurusan/Program Studi
 Nomor Pokok Mahasiswa
 Bidang Pendidikan
 Judul Tugas Akhir/Skripsi

: Universitas Pembangunan Panca Budi
 : SAINS & TEKNOLOGI
 : RAHMANIAR, S.T., M.T
 : HARIYANTU, S.T
 : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
 : Teknik Elektro
 : 1724210372
 : SARJANA
 : ANALISIS PEMANFAATAN SOLAR CELU untuk PENGINAN
 BATERAI HANPHONE

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
06/07/2019	<p>Portabaki selesai hasil bimbingan. Setelah sem has.</p> <p>Ace Srdany</p>		

Medan, 06 Juli 2019
 Diketahui/Disetujui oleh :
 Dekan,

Sri Shindi Indra, S.T., M.Sc.

Plagiarism Detector v. 1092 - Originality Report:

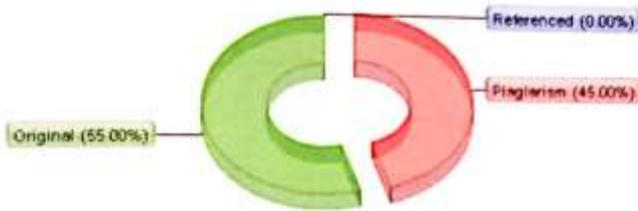
Analyzed document: 10/07/2019 12:45:24

"WILLIAM FERNANDES SITANGGANG_1724210372_TEKNIK ELEKTRO.docx"

Licensed to: Universitas Pembangunan Panca Budi_License4



Relation chart:



Distribution graph:

Comparison Preset: Rewrite, Detected language: Indonesian

Top sources of plagiarism:

- 875 wds: http://eprints.undip.ac.id/67145/3/BAB_II.pdf
- 974 wds: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/63721/Chapter%20II.pdf?sequence=4&...>
- 792 wds: <https://usnafwandi.blogspot.com/2012/04/mengenal-solar-cell-sebagai-energi.html>

Show other Sources:]

Processed resources details:

234 - Ok / 22 - Failed

Show other Sources:]

Important notes:

Wikipedia: Google Books: Ghostwriting services: Anti-cheating:



YAYASAN PROF. DR. H. KADRIUN YAHYA
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
LABORATORIUM KOMPUTER
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikumbang Telp. 061-8455571
Medan - 20122

KARTU BEBAS PRAKTIKUM

Sehubungan dengan dibawah ini Ka. Laboratorium Komputer dengan ini menerangkan bahwa :

- Siswa : WILLIAM FERNANDES SITANGGANG
- KPM : 1724210372
- Tingkat/Semester : Akhir
- Ukuran : SAINS & TEKNOLOGI
- Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Seorang telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 18 Juni 2019
Ka. Laboratorium

Fachrid Widya S. Kom

ANALISI PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGISIAN BATERAI HANDPHONE

William Fernandes Sitanggang*

Rahamniar*

Hariyanto*

fwilliam050@gmail.com

Teknik Elektro

ABSTRAK

Salah satu kendala yang terjadi pada pengguna handphone adalah pada baterai yang habis, untuk bisa mengisi ulang baterai tersebut harus membutuhkan sumber listrik dari PLN. Sumber listrik dari PLN hanya bisa ditemukan didalam ruangan, bagi beberapa orang yang berada jauh dari sumber listrik tentu akan sangat kesulitan. Sumber listrik dari cahaya matahari atau solar cell adalah salah satu solusinya.

Pada penelitian ini penulis menggunakan solar cell sebagai komponen utama. Energi matahari akan dirubah menjadi energi listrik dengan solar cell dan selanjutnya masuk kedalam rangkaian seperti, sensor tegangan, arus, suhu, LDR, mikrokontroller ATmega328 dan regulator penurun tegangan untuk diproses sebelum melakukan pengisian baterai penyimpanan dan baterai handphone

Kata kunci : Solar Cell, *Sensor* tegangan, arus, suhu, intensitas cahaya dan mikrokontroller Atmega328P

ANALYSIS OF THE USE OF SOLAR CELLS FOR CHARGING CELL PHONE BATTERIES

William Fernandes Sitanggang*

Rahamniar*

Hariyanto*

fwilliam050@gmail.com

Electrical Engineering

ABSTRACT

One of the things that happens to cellphone users is the battery that runs out, to be able to recharge the battery must require an electricity source from the PLN. Electricity sources from PLN can only be found indoors, for some people who are far from a power source it would be very difficult. The source of electricity from sunlight or solar cells is one solution.

In this study, the author uses solar cells as the main component. Solar energy will be converted into electrical energy with solar cells and then entered into a circuit such as a voltage sensor, current, temperature, LDR, ATmega328 microcontroller and a voltage reducing regulator to process before making a purchase

Keywords: Solar cells, voltage, current, temperature, LDR sensors, ATmega32 microcontroller

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian,	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Solar Cell	5
2.2 Jenis – jenis Panel Surya	6
2.2.1 Monokristal.....	7
2.3. Prinsip Kerja Solar Cell.....	8
2.3.1 Efek Perubahan Intensitas Cahaya.....	12
2.4 Proses Konversi <i>Solar Cell</i>	13
2.5 Termometer	20
2.6 Pengertian Batu Baterai	20
2.7 Komponen – komponen Baterai	22
2.8 Macam – macam Baterai	23
2.8.1 Baterai Primer.....	23
2.8.2 Baterai Sekunder.....	26
2.9 Prinsip Kerja Batu Baterai.....	30
2.10 Pasta Batu Baterai.....	31
2.11 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR).....	32

2.11.1	Karakteristik <i>Sensor</i> Cahaya LDR	33
2.11.2	Laju <i>Recovery Sensor</i> Cahaya LDR	33
2.11.3	Respon Spektral <i>Sensor</i> Cahaya LDR.....	34
2.11.4	Prinsip Kerja LDR.....	34
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Pendekatan Penelitian	30
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	37
3.3	Rancangan Penelitian	37
3.4	Diagram Blok.....	37
3.5	Flowchart.....	39
3.6	Rangkaian <i>Sensor</i> Tegangan	40
3.7	Rangkaian <i>Sensor</i> Arus (ACS712).....	41
3.8	Rangkaian <i>Power Supplay Adaptor</i> (PSA)	42
3.9	Mikrokontroler ATMega 328P	44
3.10	LCD 16 x 2 sebagai penampil karakter.....	45
3.11	Rangkaian <i>Sensor</i> Cahaya LDR.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Cara Kerja dan Penggunaan Alat	47
4.1.1	Cara Kerja	47
4.1.2	Cara Penggunaan	48
4.2	Pengujian Pada Alat.....	48
4.2.1	Pada Handphone Pertama	48
4.2.2	Pada Handphone Kedua.....	50
4.3	Grafik	51
4.3.1	Grafik Pada Percobaan Handphone Pertama	51
4.3.1.1	Grafik Pada Percobaan Hari Pertama	51
4.3.1.2	Grafik Percobaan Pada Hari Ke Dua	52
4.3.1.3	Grafik Percobaan Pada Hari Ke Tiga.....	54
4.3.2	Grafik Pada Percobaan Handphone Kedua.....	55
4.3.2.1	Grafik Pada Percobaan Hari Pertama	55

4.3.2.2	Grafik Percobaan Pada Hari Ke Dua	56
4.3.2.3	Grafik Percobaan Pada Hari Ke Tiga.....	58
4.4	Pengujian Rangkaian <i>Sensor</i> Arus ACS712.....	60
4.5	Pengujian Rangkaian LCD 16 x 2	62
4.6	Pengujian Rangkaian <i>Sensor</i> LDR.....	64
4.7	Pengujian Module Charger Penurun Tegangan	64
4.8	Pengujian Rangkaian <i>Sensor Voltage</i>	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		

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 Analisis Pemanfaatan Solar Cell untuk Pengisian Baterai Handphone.

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. Muhammad Isa Indrawan, S.E., M.M selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
3. Bapak Hamdani, S.T., M.T selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi
4. Ibu Rahmaniar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Skripsi
5. Bapak Hariyanto, S.T selaku Dosen Pembimbing II Skripsi
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah menjadi inspirasi dan membantu penulisan dalam pembuatan laporan
7. Seluruh Pegawai di Departemen Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi
8. Kedua Orang Tua tercinta dan Adik – adik saya yang telah memberikan nasihat dan dukungan dalam menyelesaikan Skripsi ini hingga dapat diselesaikan.
9. Terima kasih kepada teman – teman, Lita Adelia Matondang, Armin, Maykel Suranta S. Depari, Dimas Prambasto, Siti Zahrina Jasmine dan teman – teman seperjuangan yang telah memberikan waktu dan memotivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi.
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 Skripsi ini sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Skripsi ini.

Medan, 23 Juli 2019

William Fernandes Sitanggang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi yang terus meningkat dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi memaksa manusia untuk mencari sumber-sumber energi alternatif. Negara - negara maju juga telah bersaing dan berlomba membuat terobosan-terobosan baru untuk mencari dan menggali serta menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan minyak bumi sebagai sumber energi utama. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi lain yang dapat diperbaharui. Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu sumber energi yang memenuhi syarat tersebut adalah energi matahari. Dengan menggunakan *solar cell*, energi matahari dapat dirubah menjadi energi listrik.

Oleh karena itu energi matahari dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Energi matahari mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan energi lain. Keuntungan yang dapat diperoleh adalah jumlahnya tidak terbatas, kontinyu, dan tidak menimbulkan polusi. Pada saat ini *Handphone* merupakan alat komunikasi yang cukup penting. Hampir setiap orang menggunakan *Handphone*. Namun *handphone* membutuhkan energi listrik dari baterai dalam pengoperasiannya. Sering pengguna lupa untuk men-charge baterai, dan akhirnya *handphone* tidak dapat digunakan. Untuk orang – orang yang memiliki mobilitas tinggi dan sering berada di

luar ruangan tentu sangat sulit untuk mencari sumber listrik untuk men-charge baterai *handphone*. Dengan menggunakan *charger handphone* dari *solar cell* tentu masalah itu akan dapat diatasi. Maka dari itu panel surya dapat membantu dalam pengisian daya pada baterai *handphone*, walaupun dengan waktu yang terbatas yang diakibatkan daya pada baterai hanya bersifat sementara.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa tegangan dan arus yang dapat mengisi baterai *handphone*
2. Besar intensitas cahaya yang dihasilkan saat melakukan pengujian
3. Apakah terdapat pengaruh besar kecil tegangan dan arus yang dihasilkan saat melakukan pengujian

1.3 Batasan Masalah

1. *Solar Cell* dengan kapasitas 12 volt
2. Kegunaan *Charger* untuk segala macam jenis *handphone*.
3. Mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali adalah mikrokontroler ATmega 328p
4. Menggunakan *sensor voltage*, *sensor arus ACS712*, *sensor suhu* dan *sensor cahaya LDR*

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dihasilkan untuk mengisi baterai
2. Untuk mengetahui berapa derajat suhu yang dihasilkan saat melakukan pengisian
3. Untuk mengetahui berapa besar tegangan dan arus yang dihasilkan
4. Mengetahui berapa besar intensitas cahaya yang dihasilkan

5. Sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Skripsi pada program Sarjana Teknik di Universitas Pembangunan Pancabudi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mempermudah para pengguna handphone khususnya bagi wilayah yang tidak ada listrik dan seperti para traveller, pendaki gunung ataupun sedang melaut yang sedang membutuhkan energi listrik untuk melakukan pengisian ulang baterai handphone

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari 5 bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam skripsi ini menggunakan urutan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang dasar teori yang mendukung skripsi dan teori yang melandasi proses pembuatan

BAB III ANALISA SISTEM

Memuat langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, komponen dan perangkat penelitian, prosedur kerja, perancangan dan pengujian bahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi mengenai hasil pengujian dan membahas terhadap data-data hasil pengujian yang diperoleh

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk mengembangkan alat lebih lanjut dalam penelitian serupa dimasa yang akan datang

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Solar Cell

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau "*sol*" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai "cahaya listrik".

Sel surya bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi. Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (*function*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction*. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Di bawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif.



Gambar 2.1 Solar Cell

Sumber: www.panelsurya.com, 21 Feburari 2019

Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Photovoltaic* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek *photovoltaic*. Solar cell mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu *global warming*. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis.

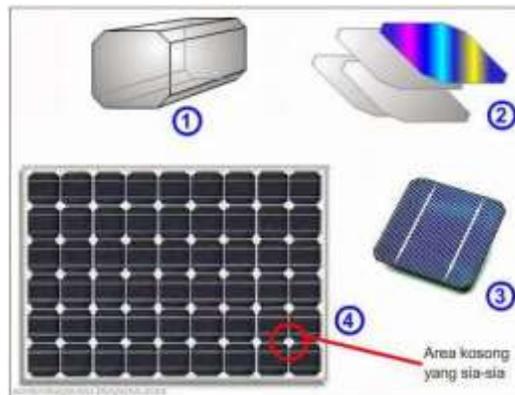
2.2 Jenis – jenis Panel Surya

Berdasarkan jenis bahan dalam pembuatannya panel surya dibagi menjadi empat jenis yaitu monokristal, polikristal, *amorphous* dan *compound* atau *gallium arsenide*.

2.2.1 Monokristal

Sel surya yang terdiri atas p-n *junction* monokristal silikon atau yang disebut juga *monocrystalline photovoltaic*, mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,999%. Efisiensi sel fotovoltaik jenis silikon monokristal mempunyai efisiensi konversi yang cukup tinggi yaitu sekitar 15 sampai 20%.

Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. Sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, sehingga memiliki tingkat kerapatannya yang rendah.



Gambar 2.2 Monokristal

Sumber: www.panelsurya.com, 21 Februari 2019

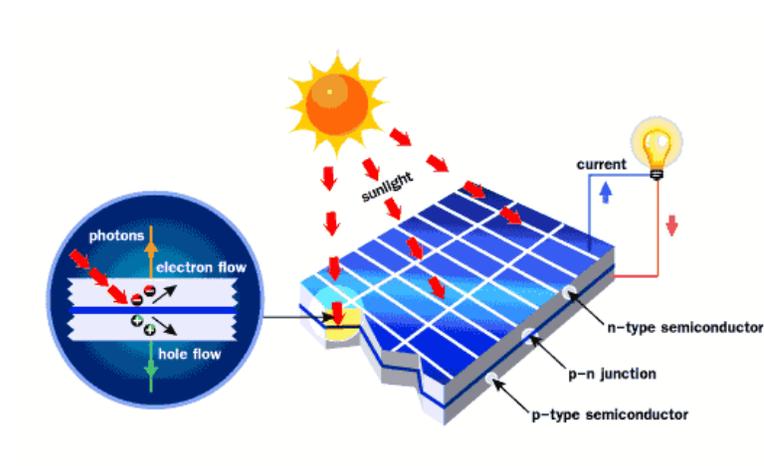
Keterangan gambar:

1. Batangan kristal silikon murni.
2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis.
3. Sebuah sel surya monokristal yang sudah jadi.
4. Sebuah solar cell monokristal yang berisi susunan sel surya monokristal.

2.3 Prinsip Kerja Solar Cell

Pembangkit listrik tenaga surya itu konsepnya sederhana yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk mensuplai daya listrik di satelit komunikasi melalui solar cell. Solar cell ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem solar cell sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Panel solar cell merupakan modul yang terdiri beberapa solar cell yang digabung dalam hubungkan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Yang sering digunakan adalah modul solar cell 20 watt. Modul solar cell itu menghasilkan energi listrik yang proporsional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari.

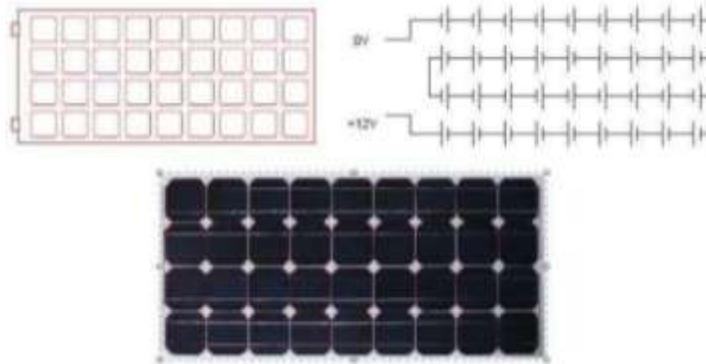
Solar cell terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari solar cell. Solar cell pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap solar cell biasanya menghasilkan tegangan 0,5 *volt*. Solar cell merupakan elemen aktif (Semikonduktor) yang memanfaatkan efek photovoltaic untuk merubah energi surya menjadi energi listrik. Berikut adalah diagram kerja solar cell pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Kerja Solar Cell

Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB%20II.pdf>, 23 Februari 2019

Sel surya dapat dianalogikan sebagai divais dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 *volt*, dan arus *short-circuit* dalam skala milliamper per cm^2 . Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar (Air Mass 1.5). Modul surya tersebut bisa digabungkan secara paralel atau seri untuk memperbesar total tegangan dan arus outputnya sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. Gambar dibawah menunjukkan ilustrasi dari modul surya.

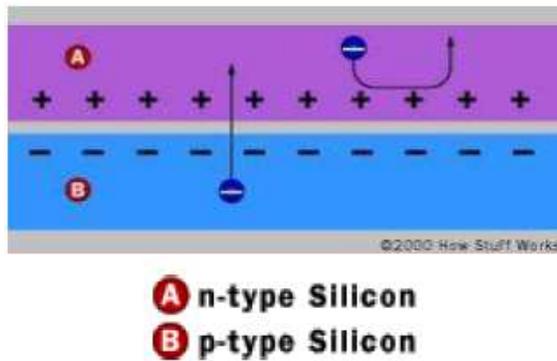


Gambar 2.4 Modul surya biasanya terdiri dari 28 – 36 sel surya yang dirangkai seri untuk memperbesar total daya output

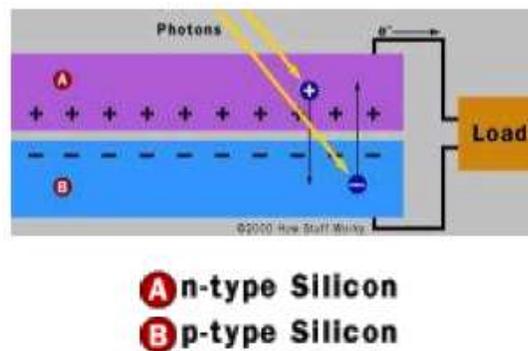
Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB%20II.pdf>, 23 Februari 2019

Pada solar cell terdapat sambungan (junction) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (negatif). Semikonduktor jenis negatif dibuat dari kristal silikon dan terdapat juga sejumlah material lain (umumnya posfor) dalam batasan bahwa material tersebut dapat memberikan suatu kelebihan elektron bebas.

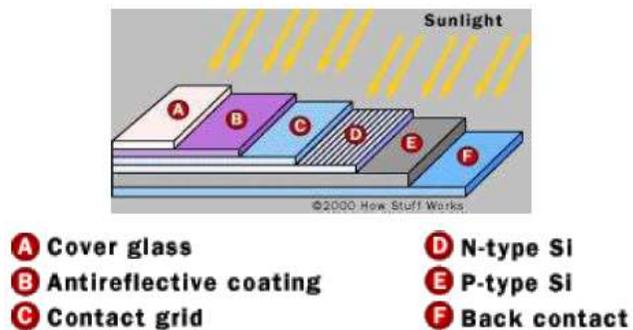
Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai semikonduktor jenis-N (negatif). Semikonduktor jenis-P juga terbuat dari kristal silikon yang didalamnya terdapat sejumlah kecil materi lain (umumnya boron) yang mana menyebabkan material tersebut kekurangan satu elektron bebas. Kekurangan atau hilangnya elektron ini disebut lubang (*hole*).



Pengaruh medan listrik dalam sel Photovoltaic



Operasi sel Photovoltaic



Struktur dasar dari sel Photovoltaic silikon

Gambar 2.5 PN Junction Solar Cell

Sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB%20II.pdf>, 21 Februari 2019

Sehingga pada bagian kiri terbentuk silikon yang tidak murni lagi dan dinamakan silikon jenis P, sedangkan yang sebelah kanan dinamakan silikon jenis N.

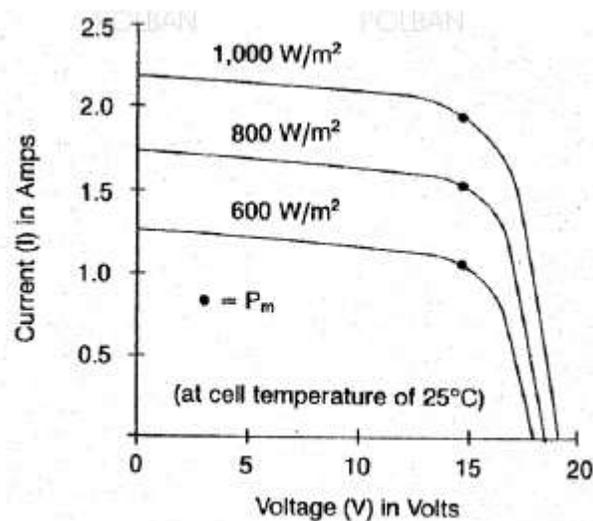
Didalam silikon murni terdapat dua macam pembawa muatan listrik yang seimbang. Pembawa muatan listrik yang positif dinamakan *hole*, sedangkan yang negatif dinamakan elektron. Setelah dilakukan proses penodaan itu, didalam silikon jenis P terbentuk *hole* (pembawa muatan listrik positif) dalam jumlah yang sangat besar dibandingkan dengan elektronnya. Oleh karena itu didalam silikon jenis P *hole* merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Sebaliknya, di dalam silikon jenis N terbentuk elektron dalam jumlah yang sangat besar sehingga disebut pembawa muatan mayoritas dan *hole* disebut pembawa muatan minoritas. Didalam batang silikon itu terjadi pertemuan antara bagian P dan N. Oleh karena itu dinamakan PN junction. Bila sekarang, bagian P dihubungkan dengan kutub positif dari sebuah baterai, sedangkan kutub negatifnya dihubungkan dengan bagian N, maka terjadi hubungan yang dinamakan “*forward bias*”.

Tapi, bila bagian positif dihubungkan dengan kutub negatif dari baterai dan bagian negatif dihubungkan dengan kutub positifnya, maka sekarang terbentuk hubungan yang dinamakan “*reverse bias*”. Dengan keadaan seperti ini, maka *hole* (pembawa muatan positif) dapat tersambung langsung ke kutub positif, sedangkan elektron juga langsung ke kutub positif. Jadi, jelas di dalam PN junction tidak ada gerakan pembawa muatan mayoritas baik yang *hole* maupun yang elektron. Sedangkan pembawa muatan minoritas (*elektron*) didalam bagian P bergerak berusaha untuk mencapai kutub positif baterai. Demikian pula pembawa muatan minoritas (*hole*) di dalam bagian N juga bergerak berusaha mencapai kutub negatif. Karena itu, dalam keadaan *reverse bias*, di dalam PN junction ada juga arus yang

timbul meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (mikro ampere). Arus ini sering disebut dengan *reverse saturation current* atau *leakage current* (arus bocor)

2.3.1 Efek Perubahan Intensitas Cahaya

Apabila energi cahaya yang diterima *solar cell* berkurang atau intensitasnya melemah, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun.



Gambar 2.6 Grafik Efek Perubahan Intensitas

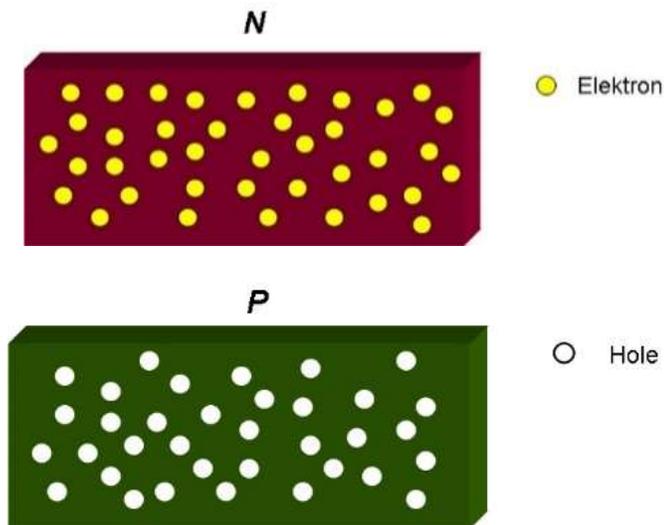
Sumber : Strong, Steven J, The Solar Electric House, p.58, 2000

2.4 Proses Konversi *Solar Cell*

Proses peubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis n dan jenis p. Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, (n = neegatif). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan *hole*, sehingga disebut dengan p (p =

positif) karena kelebihan muatan positif. Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami ini, elektron maupun *hole* memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau *hole* dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor. Dua jenis semikonduktor n dan p ini jika disatukan akan membentuk sambungan p-n atau dioda p-n.

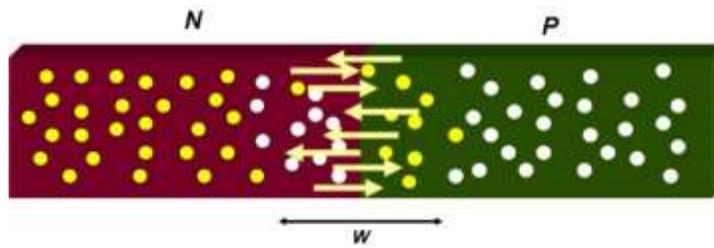
a. Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung.



Gambar 2.7 Semikonduktor jenis p dan n Sebelum Disambung

Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019

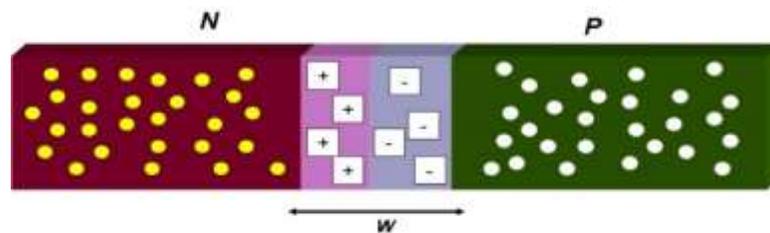
b. Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p, dan perpindahan *hole* dari semikonduktor p menuju semikonduktor n.



Gambar 2.8 Perpindahan elektron dan hole pada semikonduktor

Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019

- c. Elektron dari semikonduktor n bersatu dengan *hole* pada semikonduktor p yang mengakibatkan jumlah *hole* pada semikonduktor p akan berkurang. Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan negatif. Pada saat yang sama, *hole* dari semikonduktor p bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor n yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.

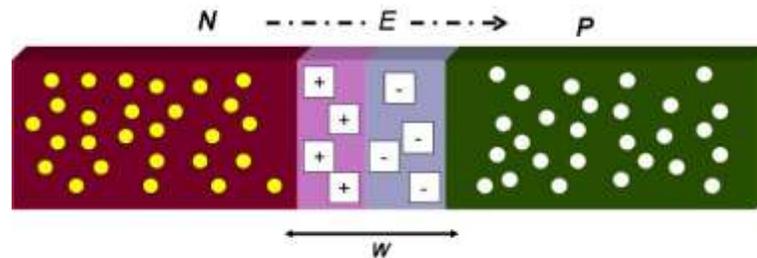


Gambar 2.9 Hasil muatan positif dan negatif pada semikonduktor

Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019

- d. Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W.

- e. Baik elektron maupun *hole* yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.
- f. Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal E dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali *hole* ke semikonduktor p dan elektron ke semikonduktor n. Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan *hole* maupun elektron pada awal terjadinya daerah deplesi.

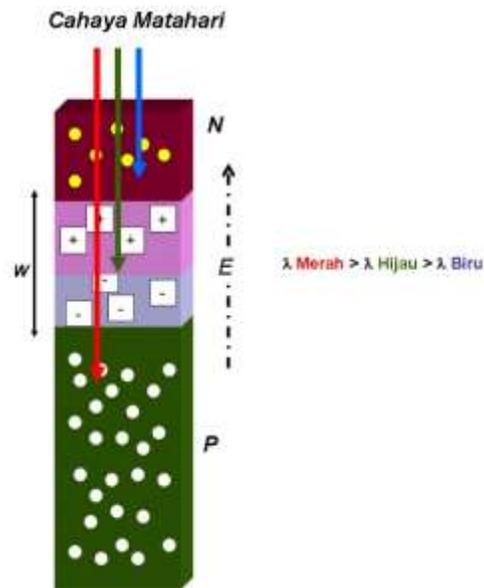


Gambar 2.10 Timbulnya Medan Listrik Internal E

Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019

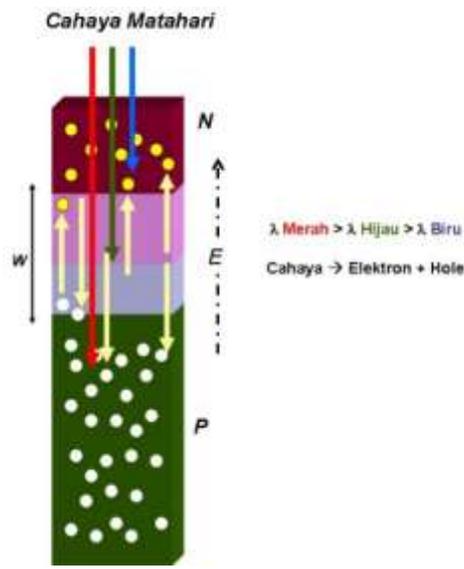
- g. Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan pn berada pada titik setimbang, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah *hole* yang tertarik kembali ke arah semikonduktor p akibat medan listrik E . Begitu pula dengan jumlah elektron yang berpindah dari semikonduktor n ke p, dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor n akibat tarikan medan listrik E .

Pada sambungan p-n inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor n berada pada lapisan atas sambungan p yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor p, sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p.



Gambar 2.11 Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari

Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019



Gambar 2.12 Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari

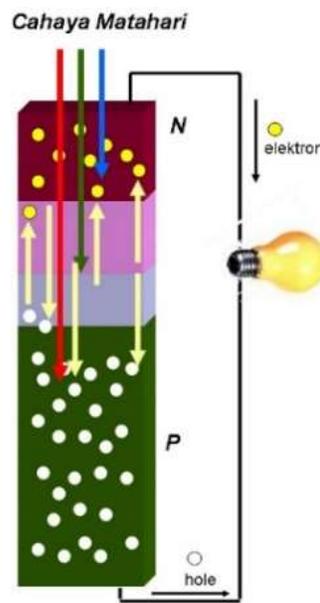
Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor n, daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan *hole* pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi *electron hole* yakni, terbentuknya pasangan elektron dan *hole* akibat cahaya matahari.

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “lamda” sebagian di gambar atas) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan pn berada pada bagian sambungan pn yang berbeda pula. Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor p yang akhirnya

menghasilkan proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor n.

Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan pn terdapat medan listrik E , elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor n, begitu pula dengan *hole* yang tertarik ke arah semikonduktor p. Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel.



Gambar 2.13 Kabel Dari Sambungan Semikonduktor Dihungkan Ke Lampu

Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>, 25 Februari 2019

Pada alat ini *solar cell* digunakan sebagai sumber energi pengganti listrik untuk mengisi ulang baterai sekunder (*charger*) yang digunakan untuk menghidupkan portal parkir otomatis. Dan untuk mengetahui daya yang dihasilkan dari *solar cell* pada saat pengisian baterai langsung digunakan rumus :

$$P = V.I \quad (2.1)$$

Keterangan : P = daya (dalam watt ,W)

V = ggl (dalam volt, V)

I = arus (dalam Ampere, A)

(Robert L. Shrader, 1991: 27)

2.5 Termometer

Suhu adalah suatu besaran yang menunjukkan derajat panas dingin dari suatu benda. Benda yang memiliki panas akan menunjukkan suhu yang tinggi daripada benda dingin. Sering kita menyebutkan suatu benda panas atau dingin dengan cara menyentuh benda tersebut dengan alat indra kita, walau kita tidak dapat menyimpulkan berapa derajat panas dari benda tersebut, untuk mengetahui seberapa besar suhu benda tersebut maka digunakanlah termometer. Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau alat yang digunakan untuk menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda. Termometer memanfaatkan sifat termometrik dari suatu zat, yaitu perubahan dari sifat-sifat zat disebabkan perubahan suhu dari zat tersebut.

2.6 Pengertian Batu Baterai

Baterai adalah salah satu media penyimpanan dan penyedia aliran listrik melalui reaksi kimia. Reaksi kimia yang berlangsung pada umumnya bisa bersifat permanen dan tidak permanen. Dengan dasar tersebut, manusia dapat membedakan berbagai jenis baterai yang terdapat di dunia. sebelum melakukan pembahasan tersebut tentu ada hal yang perlu diketahui dari awal, yaitu tentang sejarah penemuan baterai. (Jubilee, 2010)

Batu baterai baghdad kuno pertama kali ditemukan di luar kota baghdad,

tepatnya di kota khuiut Rabula. Penemuan ini terjadi pada tahun 1930, dimana artefak yang ditemukan diperkirakan telah berusia sekitar 2000 hingga 5000 tahun. Ini merupakan salah satu bukti adanya penemuan barang sejenis batu baterai pada zaman Baghdad kuno. Pada awalnya, para ilmuwan yang menemukan artefak bingung dengan fungsi dan alasan penciptaan alat tersebut. (Jubilee, 2010)

Artefag yang ditemukan di kota Khujut Rubula ini setelah diteliti ternyata merupakan salah satu bentuk batu baterai yang kinerjanya mirip dengan yang ditemukan oleh ilmuwan modern. Artefag itu terdiri atas sebuah silinder tembaga, batang besi dan aspal yang tersusun dalam sebuah jambangan atau guci dari tanah liat. Setelah dipelajari oleh para ilmuwan, dengan jalan menuangkan cairan asam ke dalam guci tersebut, para ilmuwan menemukan adanya aliran listrik sebesar 1,5 volt selama kurun waktu 18 hari. (Jubilee, 2010)



Gambar 2.14 Baterai Buatan Alessandro Volta

Sumber: Jubilee, 2010

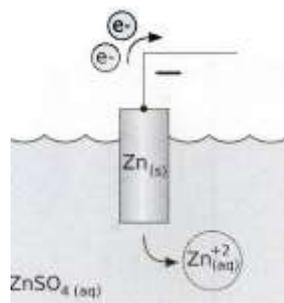
Penemuan artefag ini membuktikan bahwa ilmu pengetahuan yang telah berkembang dan ada sekarang ini sebenarnya juga telah berkembang sejak peradaban sebelum masehi. Atau, apakah peradaban sebelum masehi merupakan ilham dari

penemuan para ilmuwan modern? hanya waktu yang akan membuktikannya penghalang antar logam dan larutan elektrolit pada permukaan elektroda seng. (Jubilee, 2010)

2.7 Komponen-Komponen Baterai

Baterai memiliki berbagai komponen penting yang membentuk suatu reaksi kimia sehingga menghasilkan aliran listrik. komponen-komponen ini harus ada dan lengkap untuk bisa menghasilkan reaksi kimia dengan output aliran listrik. (Jubilee, 2010) Berikut ini adalah komponen-komponen yang harus terdapat pada sebuah baterai:

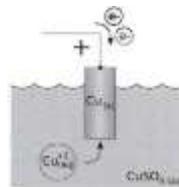
a. Batang karbon sebagai anoda. Fungsi komponen ini adalah sebagai kutub positif pada sebuah baterai



Gambar 2.15 Ilustrasi dari anoda

Sumber: Jubilee, 2010

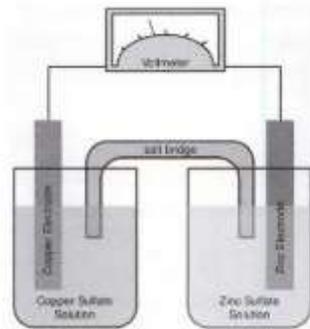
b. Seng sebagai katoda. Fungsi komponen ini adalah sebagai kutub negatif pada sebuah baterai



Gambar 2.16 Ilustrasi dari katoda

Sumber: Jubilee, 2010

c. Pasta sebagai elektrolit. pasta merupakan salah satu komponen yang memiliki fungsi sebagai penghantar arus listrik yang dihasilkan oleh baterai.



Gambar 2.17 Larutan elektrolit pada sebuah baterai (pasta)

Sumber: Jubilee, 2010

2.8 Macam- macam Baterai

Di dunia ini terdapat berbagai jenis baterai dari berbagai produsen. Apakah yang membedakan berbagai jenis baterai tersebut? pada dasarnya baterai ini biasanya dibedakan berdasarkan reaksi kimianya. (Jubilee, 2010)

2.8.1 Baterai Primer

Baterai primer adalah jenis baterai yang hanya bisa dipergunakan sekali saja dan tidak dapat diisi ulang. Hampir setiap hari manusia selalu berinteraksi dengan baterai primer karena banyak peralatan elektronik yang telah diciptakan menggunakan sumber tenaga atau daya yang berasal dari batu baterai. (Jubilee, 2010)

Berikut ini adalah ciri-ciri dari sebuah baterai primer:

- a. Biasanya memiliki tegangan 1.5 Volt.
- b. Menggunakan prinsip kerja mengubah reaksi kimia menjadi listrik dengan sifat yang tidak bisa dibalik.

c. Hanya dapat dipakai sekali dan tidak bisa diisi ulang.

d. Biasanya berbentuk kotak atau bulat panjang.

Kelebihan baterai jenis primer adalah sebagai berikut: (Jubilee, 2010)

a. Praktis penggunaannya. Pakai – habis- buang

b. Biasanya harga baterai primer lebih murah dibandingkan harga baterai sekunder.

Kelemahan baterai primer adalah sebagai berikut:

a. Reaksi kimia tidak dapat dibalik sehingga tidak dapat diisi ulang

b. Karena hanya bisa dipakai sekali, tentu saja menimbulkan masalah lingkungan.

Masalah ini timbul karena rendahnya kesadaran masyarakat untuk tidak membuang baterai bekas secara sembarangan. (Jubilee, 2010)

Berbagai kelemahan yang menjadi nilai minus dan jenis baterai ini ternyata tidak menyurutkan manusia untuk menggunakannya.

Adapun yang termasuk ke dalam jenis baterai primer adalah sebagai berikut:

a. *Heavy Duty*. Baterai jenis *Heavy duty* memiliki kapasitas 1.100 mAh dengan model ukuran AA. Bahan utama untuk membuat baterai jenis ini adalah karbon seng, seng-mangan dioksida, Zn/MnO₂, dan LeClanche. Jenis baterai ini tidak bisa dipergunakan untuk berbagai jenis peralatan elektronik yang menggunakan fasilitas *flash* seperti yang terdapat pada kamera digital. Salah satu perusahaan yang memproduksi baterai jenis ini adalah Eveready (Jubilee, 2010)

Kelemahan dari baterai ini adalah apabila dipergunakan untuk kamera digital maka kapasitas baterai akan langsung habis hanya dengan beberapa kali proses pengambilan gambar.



Gambar 2.18 Baterai Eveready heavy duty

Sumber: Jubilee, 2010

b. Alkaline yaitu merupakan salah satu jenis baterai yang sangat populer untuk digunakan. Baterai jenis ini memiliki ukuran yang berbeda-beda, mulai dari tipe AA, D, dan C. Bahan-bahan yang dipergunakan untuk membuat baterai jenis ini adalah Lithium. Baterai jenis ini lebih mahal dari baterai jenis baterai *heavy duty*. Baterai jenis ini merupakan baterai yang memiliki kapasitas lebih besar dari jenis *heavy duty* sehingga dapat dipergunakan untuk kamera digital yang menggunakan layar LCD dan flash. Produsen yang memproduksi jenis baterai ini adalah *Duracell, Energizer, Eveready, dan Rayovac*. (Jubilee, 2010)

Kelebihan yang dimiliki oleh baterai Alkaline adalah dari sisi ketahanan dan kapasitas aliran listriknya. Baterai ini tergolong lebih awet daripada jenis baterai *heavy duty*. Kelemahannya, Baterai ini tergolong lebih mahal. (Jubilee, 2010)



Gambar 2.19 Baterai Duracell Ultra CR2

Sumber: Jubilee, 2010

c. *Lithium Button Cell*. Bahan kimia yang dipakai sama dengan seri sebelumnya dan

memiliki nama yang sama, yaitu termasuk CR series. Contoh peralatan yang menggunakan baterai jenis ini adalah kunci mobil, laptop, kalkulator, PDA dan lainnya. (Jubilee, 2010)



Gambar 2.20 Contoh baterai CR2025

Sumber: Jubilee, 2010

2.8.2 Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah salah satu jenis baterai yang dapat diisi ulang dengan menggunakan metode atau alat tertentu. Jenis baterai ini dapat diisi ulang karena reaksi kimia yang dimilikinya dapat dibalik. Hal ini berbeda dengan baterai primer yang reaksi kimia tidak dapat dari balik atau permanen. (Jubilee, 2010)

Dibawah ini adalah beberapa ciri baterai sekunder:

- a. Menggunakan prinsip mengubah reaksi kimia menjadu energi listrik. Reaksi kimia yang terjadi biasanya tidak bersifat permanen.
- b Dapat digunakan berulang kali dengan cara men-charge baterai yang sudah habis aliran listriknya
- c. Dibutuhklan alat lain, yaitu sebuah charge baterai.

Tentu saja baterai sekunder juga memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan sehingga dapat menyediakan pilihan bagi penggunaannya. (Jubilee, 2010)

Berikut ini adalah keunggulan dari sebuah baterai sekunder:

- a. Reaksi kimianya bisa dibalik sehingga memungkinkan untuk digunakan

berulangkali.

b. Energi baterai jenis ini biasanya lebih besar dari betrai primer. Tingginya energi listrik yang dimilikinya tentu menunjukkan bahwa baterai ini dikhususkan untuk berbagai barang elektronik yang berkapasitas dan membutuhkan listrik lebih besar dari yang dimiliki baterai jenis primer.

c. Secara elektronik baterai ini lebih hemat dari baterai primer apabila dihitung penggunaannya secara jangka panjang. (Jubilee, 2010)

Kelemahan yang dimiliki oleh baterai sekunder adalah sebagai berikut:

a. Biasanya harga baterai jenis ini lebih mahal daripada harga beterei primer.

b. Membutuhkan alat bantu (*charger*) untuk dapat mengisi ulang.

Jenis-jenis baterai sekunder adalah sebagai berikut:

a. Lead Acid and Gel Cells. Baterai tipe timbal asam yang pertama kali digunakan untuk telegrafi yang dilakukan oleh Gaston Plante pada tahun 1859. Baterai asam timbal biasanya digunakan untuk mobil yang membutuhkan tenaga yang sangat besar. Lead acid berbentuk cairan sedangkan baterai yang tidak cair berbentuk gel. Sel gel lebih tepat digunakan untuk UPS pada komputer anda, sistem alarm, dan lain lain. Baterai timbal asam tidak cocok untuk fotografi, kecuali untuk alat fotografi yang membutuhkan tenaga yang sangat besar. (Jubilee, 2010)



Gambar 2.21 Baterai Goat Cell

Sumber: Jubilee, 2010

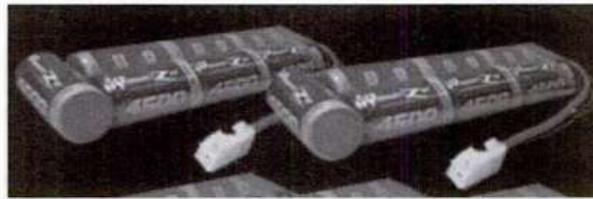
b. Nikel Cadmium. Jenis baterai pertama yang bisa diisi ulang untuk berbagai peralatan modern. Baterai jenis ini hanya mampu memberikan kapasitas listrik yang terbatas sehingga anda harus sering melakukan pengisian daya. Baterai jenis ini memiliki berbagai metode untuk mengisi ulang. Baterai jenis ini dengan tipe AA memiliki kapasitas sebesar 650 hingga 1000 mAH (Jubilee, 2010)

Berbagai kelemahan baterai ini adalah:

1. Kapasitas energi yang rendah. Dengan kapasitas yang rendah, tentu saja Anda harus mengisi ulang.
2. Berbahaya karena mudah terjadi arus hubung singkat atau konslet. (Jubilee, 2010)

Kelebihan yang dimiliki oleh baterai jenis Ni-cd:

1. Adanya berbagai teknik dalam mengisi ulang tentu memudahkan para penggunanya



Gambar 2.22 Baterai Ni-Cd

Sumber: Jubilee, 2010

c. Nikel-Metal hybrid. Jenis baterai ini adalah yang paling banyak dipergunakan saat ini. Baterai ini merupakan salah satu baterai pengganti jenis Ni-Cd. Baterai ini membutuhkan proses isi ulang berjam-jam bila tidak ingin mengalami nasib yang sama dengan jenis baterai Ni-Cd. Berbagai produk peralatan modern telah memakai jenis baterai ini. Kapasitas penyimpanan yang ditawarkan adalah sebesar 1350 hingga 2500 mAH. Pada proses pengisian ulang, apabila energi listrik yang telah tersimpan sudah maksimal tentu saja akan bertambah melewati kapasitas yang ada.

Namun, perlu diingat kelebihan energi akan diubah menjadi panas. (Jubilee, 2010)

Produsen yang memperkenalkan jenis baterai ini adalah sanyo. Sebagai perusahaan pertama yang menghasilkan baterai jenis ini, tentu saja sanyo pulalah yang kemudian mampu membuat baterai jenis ini dengan berbagai kelebihan dibanding dengan baterai sejenis dari perusahaan lain.

Kelebihan Baterai jenis Ni-MH adalah:

1. Biasanya menggunakan charger Ni-MH yang memiliki fitur *smart charger*, dimana apabila baterai telah penuh secara otomatis charger akan berhenti mengisi.
2. Kapasitas yang ada sudah cukup besar.
3. Baterai jenis ini sudah banyak digunakan dan cocok untuk berbagai peralatan elektronik seperti laptop (Jubilee, 2010)



Gambar 2.23 Baterai Ni-MH

Sumber: Jubilee, 2010

d. Lithium ion. Baterai jenis terbaru dan terbaik di bidangnya. Baterai jenis ini memiliki kelebihan yang tidak bisa ditemukan pada jenis baterai lainnya.

Kelebihan yang dimiliki baterai Lithium ion adalah sebagai berikut:

1. Memiliki kapasitas daya yang sangat besar.
2. Ukuran baterai yang kecil sehingga memudahkan para pengembang produk

elektronik untuk menciptakan peralatan yang lebih kecil dengan kemampuan maksimal.

3. Bobot yang sangat ringan membuat pengguna merasa nyaman. Hal ini sangat cocok dengan dunia ponsel (Jubilee, 2010)

2.9 Prinsip Kerja Batu Baterai

Baterai adalah suatu alat yang dapat menghasilkan energi listrik dengan melibatkan transfer elektron melalui suatu media yang bersifat konduktif dari dua elektroda (anoda dan katoda) sehingga menghasilkan arus listrik dan beda tegangan. Prinsip kerja baterai menggunakan prinsip elektro kimia dengan memanfaatkan proses reduksi-ossidasi dimana elektroda negatif (anoda) akan mengalami reaksi oksidasi sehingga elektron yang berada pada permukaan anoda akan terlepas dan dibawa oleh ion elektrolit menuju elektroda positif (katoda). Transfer elektron oleh ion elektrolit ini kemudian akan menghasilkan beda tegangan dan arus listrik jika dihubungkan atau dirangkaikan dengan komponen elektronika seperti dioda, resistor atau kapasitor (Kartawidjaja, 2011).

Prinsip kerja baterai Menurut Alaudina. H. N. (2012) larutan elektrolit dalam air terdisosiasi ke dalam partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion (ion positif dan ion negatif). Jumlah muatan ion positif akan sama dengan jumlah muatan ion negatif, sehingga muatan ion-ion dalam larutan netral. Ion-ion inilah yang bertugas menghantarkan arus listrik. Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan elektrolit. Larutan ini memberikan gejala berupa menyalnya lampu atau timbulnya gelembung gas dalam larutan.

Terdapat 2 proses yang terjadi pada baterai :

1. Proses Pengisian : Proses perubahan energi listrik menjadi energi kimia.
2. Proses Pengosongan : Proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik

2.10 Pasta Batu Baterai

Pada penelitian ini, kita mengganti isi/bagian dalam baterai dengan kulit pisang dan kulit durian. Zat pada pasta batu baterai tersebut diantaranya adalah

A. Mangan Oksida

Mangan oksida telah banyak digunakan pada aplikasi baterai dan baru-baru ini sebagai bahan katalis. Pada baterai, mangan oksida digunakan sebagai katoda dan Mn_3O_4 digunakan sebagai katalis pada reaksi pembakaran metana menjadi karbondioksida dan air.

Mangan oksida (MnO_2) adalah bahan yang mudah menyerap radiasi gelombang mikro dielektrik konstan, untuk itu dilaporkan sekitar 10.000 oksida mangan disintesis menggunakan sebuah furnace microwave. Baru-baru ini terjadi peningkatan jumlah artikel yang diterbitkan mengenai penggunaan microwave untuk sintesis bahan-bahan anorganik dengan kristalinitas yang lebih besar dalam waktu singkat, dan dengan minimalisasi produk samping yang berkaitan dengan prosedur konvensional. Kenyataan bahwa waktu yang lebih pendek yang digunakan untuk menghasilkan bahan kristalin memiliki banyak efek samping.

Sintesis dari berbagai mineral anorganik banyak digunakan dalam katalisis, sering melibatkan perlakuan hidrotermal melalui pemanasan *microwave*. Yang bahkan pemanasan diproduksi dalam bidang *microwave* dapat mengakibatkan simultan nukleasi menghasilkan homogen distribusi ukuran partikel. Dengan

memvariasikan konsentrasi, waktu, dan suhu (atau tekanan) satu dapat mengontrol ukuran partikel dan distribusi. Di antara bahan-bahan berukuran kecil disusun dengan menggunakan perawatan hidrotermal di medan microwave aluminium fosfat, yang dilaporkan kepada lengkap mencapai kristalisasi dari gel di 20 menit.

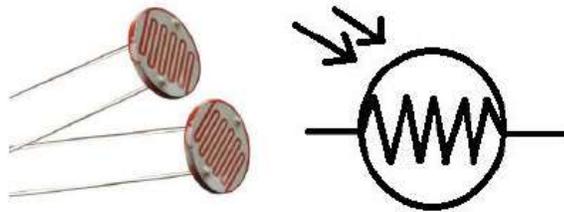
OL-1 dan OMS-1 dapat dibuat dengan radiasi microwave. Awalnya proses presipitasi dilakukan secara konvensional, maka larutan dan endapan diperlakukan dengan cara hidrotermal dengan irradiasi microwave. Rata-rata bilangan oksidasi dari mangan adalah 3,66, dibandingkan dengan 3,48 ketika bahan yang sama diperlakukan secara konvensional. Kristal yang dihasilkan dengan irradiasi microwave juga lebih aktif secara katalitik. Untuk reaksi konversi dari etilbenzen menjadi stirena adalah 100%, dengan 30% selektivitas untuk stirena dan 70% selektivitas untuk CO₂. Materi yang disiapkan secara konvensional menunjukkan 15% konversi, dengan 95% konversi ke produk yang diinginkan.

2.11 Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. LDR adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya.

Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10 M Ω dan dalam

keadaan terang sebesar $1K\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti senyawa kimia *cadmium sulfide*. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat, artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.24 Bentuk Fisik Dan Simbol LDR

Sumber : data sheet CDS Light-Dependent Photoresistors, 02 Maret 2019

LDR digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Saklar cahaya otomatis dan alarm pencuri adalah beberapa contoh alat yang menggunakan LDR. Akan tetapi karena responnya terhadap cahaya cukup lambat, LDR tidak digunakan pada situasi di mana intensitas cahaya berubah secara drastis. Sensor ini akan berubah nilai hambatannya apabila ada perubahan tingkat kecerahan cahaya.

2.11.1 Karakteristik Sensor Cahaya LDR

Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju *Recovery* dan Respon Spektral sebagai berikut:

2.11.2 Laju *Recovery* Sensor Cahaya LDR

Bila sebuah Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik.

Untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

2.11.3 Respon Spektral Sensor Cahaya LDR

Sensor cahaya LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

2.11.4 Prinsip Kerja LDR

Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi

konduktor yang buruk atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang.

Misalnya untuk rangkaian sistem alarm cahaya (menggunakan LDR) yang aktif ketika terdapat cahaya. Ketika akan mengatur kepekaan LDR dalam suatu rangkaian maka perlu digunakan potensiometer. Atur letaknya agar ketika mendapat cahaya maka buzzer atau bell akan berbunyi dan ketika tidak mendapat cahaya maka buzzer atau bell tidak akan berbunyi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2012)

Menurut Bogdan dan Biklen (dalam Sugiyono, 2012) Metode kuantitatif dinamakan metode tradisional, karena metode ini sudah cukup lama digunakan sehingga sudah mentradisi sebagai metode untuk penelitian. Metode ini disebut sebagai metode positivistik karena berlandaskan pada filsafat positivisme. Metode ini sebagai metode ilmiah/ *scientific* karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode ini juga disebut metode discovery, karena dengan metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik.

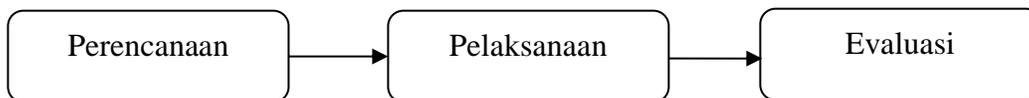
Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, dimana penelitian berkenaan dengan proses kerja, gejala-gejala alam dan responden yang diamati tidak terlalu besar. Observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua di antara yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dan perancangan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Panca Budi dan dirumah sendiri.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini direncanakan melalui beberapa tahap untuk penelitian alat solar cell. Berikut adalah tahapan penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.1 Diagram Blok Tahapan Penelitian

Sumber : Penulis, 2019

a. Tahap perencanaan meliputi :

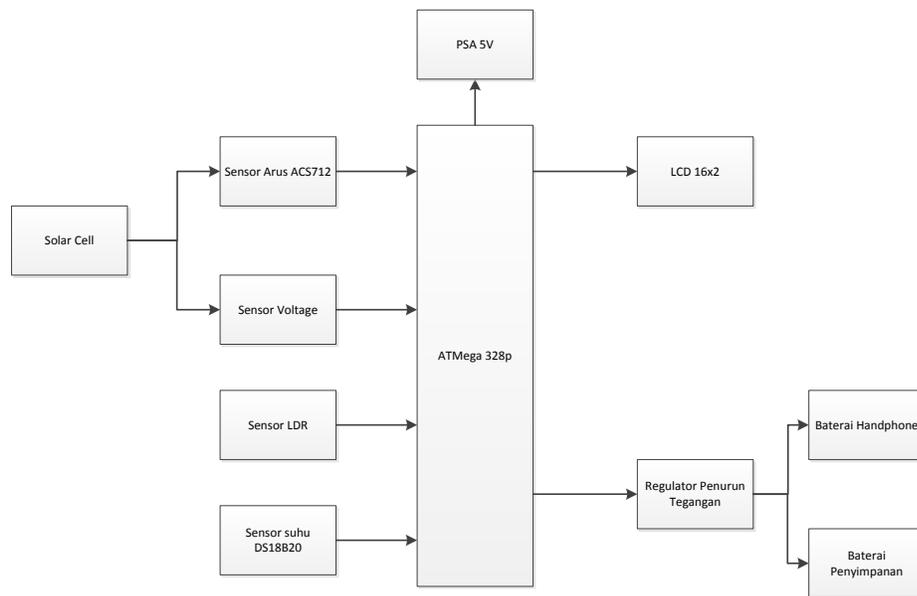
- Studi Pustaka
- Perencanaan konsep, dan
- Tinjauan lapangan

b. Tahapan evaluasi meliputi :

- Evaluasi performance
- Evaluasi hasil pengujian alat, dan
- Penyajian dan pembahasan dalam bentuk laporan

3.4 Diagram Blok

Rancangan suatu sistem terlebih dahulu dinyatakan dalam diagram blok sistem yang merupakan bentuk suatu cara untuk merancang alur berdasarkan teori dan penuntun.



Gambar 3.2 Diagram Blok

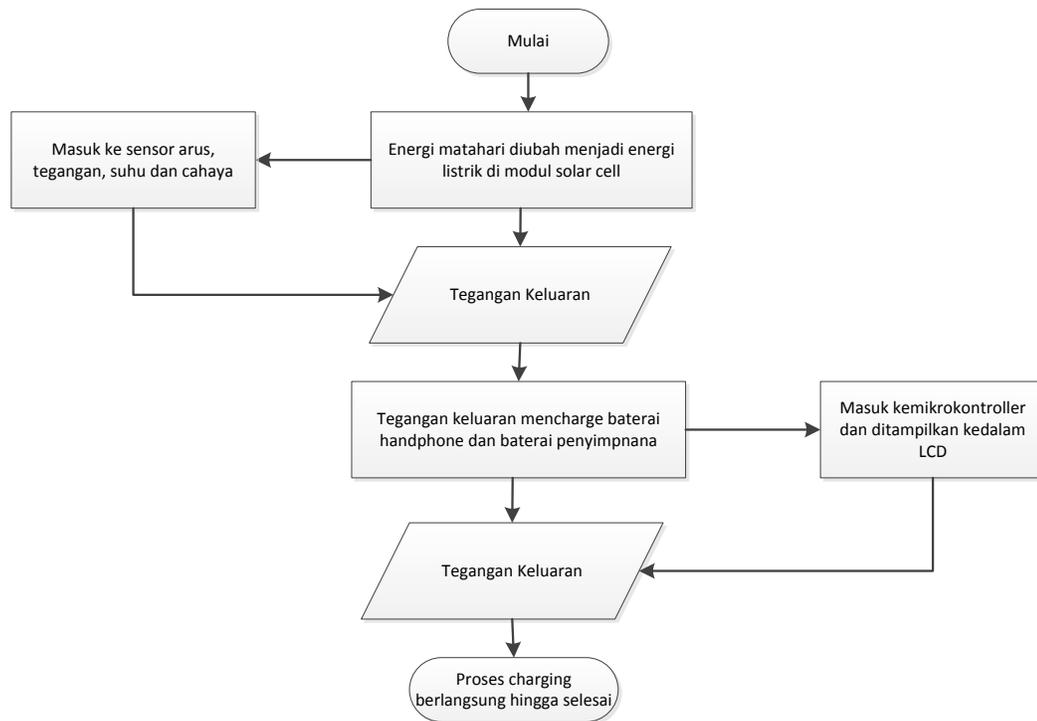
Sumber : Penulis, 2019

Berikut Fungsi –fungsi tiap bagian pada blok diagram :

1. Blok LCD : Penampil hasil pengukuran dan pemrosesan yang dilakukan mikrokontroller
2. Blok *Sensor Arus ACS712* : sebagai mendeteksi jumlah arus yang masuk pada beban
3. Blok Mikrokontroler AtMEga328P : sebagai pengolah data dari sensor, memberi keluaran ke LCD.
4. Blok *Sensor Voltage* : sebagai mendeteksi jumlah tegangan yang pada solar cell
5. Blok *Sensor Cahaya LDR* : sebagai mendeteksi cahaya yang mengenai sensor
6. Blok *Sensor Suhu DS18B20* : Sebagai mendeteksi suhu

7. Regulator Penurun Tegangan : terdiri dari rangkaian penurun tegangan ke 5V dan module rangkaian charger baterai Li-Ion
8. Solar Cell : sumber energy pada alat ini
9. PSA 5V : sebagai sumber power supply

3.5 Flowchart



Gambar 3.3 Flowchart

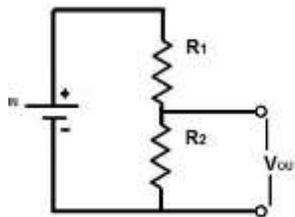
Sumber : Penulis, 2019

Penjelasan untuk flowchart rancangan diatas, Energi matahari sebagai sumber energi yang yang terbarukan (diperbaharui) diubah menjadi energi listrik oleh panel surya (*solar cell*). Lalu akan diteruskan ke *sensor arus*, *sensor voltage*, dan *sensor cahaya* yang akan ditampilkan di LCD. Lalu energi listrik yang terdiri dari elektron elektron akan mengalir menuju regulator penurun tegangan untuk diturunkan besar tegangan nya sehingga dapat di terima oleh baterai HP yang memiliki besaran inputan sebesar

5V, dalam hal ini regulator penurun tegangan terdiri dari rangkaian *buck converter*, dioda dan modul charger. Lalu akan diteruskan ke mikrokontroler untuk mengolah data dan data tersebut akan ditampilkan di LCD. Lalu tegangan tersebut akan melakukan pengisian ulang baterai penyimpanan dan baterai handphone.

3.6 Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan untuk merasakan tegangan panel surya dan baterai. Ini diimplementasikan dengan menggunakan dua rangkaian pembagi tegangan. Ini terdiri dari dua resistor $R_1 = 100k$ dan $R_2 = 20k$ untuk merasakan tegangan panel surya dan juga $R_3 = 100k$ dan $R_4 = 20k$ untuk tegangan baterai. Put out dari R_1 dan R_2 terhubung ke pin analog arduino A0 dan out put dari R_3 dan R_4 terhubung ke arduino analog pin A1.



Gambar 3.4 Rangkaian sensor tegangan

Sumber : <https://dokumen.tips/documents/sensor-tegangan.html>, 2019



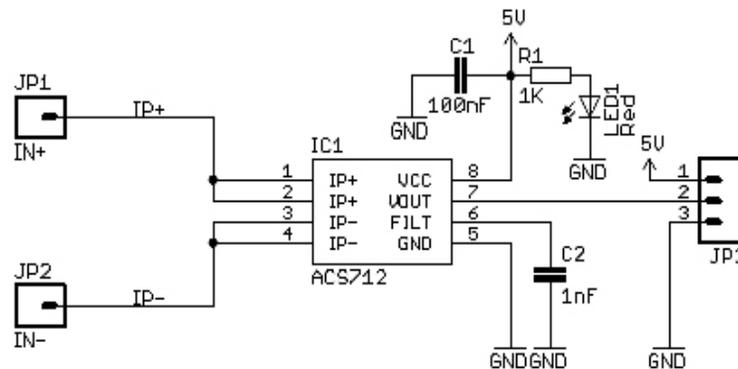
Gambar 3.5 Sensor Tegangan

Sumber : <http://electricityofdream.blogspot.com/2016/09/tutorial-mengukur-tegangan-dengan-modul.html>, 2019

Prinsip kerja modul *sensor* tegangan ini dapat membuat tegangan input mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V bila diinginkan *Arduino* analog input dengan tegangan 5 V, dan jika untuk tegangan 3,3 V, tegangan input harus tidak lebih dari 16.5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023.

3.7 Rangkaian Sensor Arus (ACS712)

Sensor arus digunakan untuk mengukur arus beban. Saat ini arus ini digunakan untuk menghitung daya beban dan energi. Saya menggunakan sensor arus aula efek (ACS712-20A)

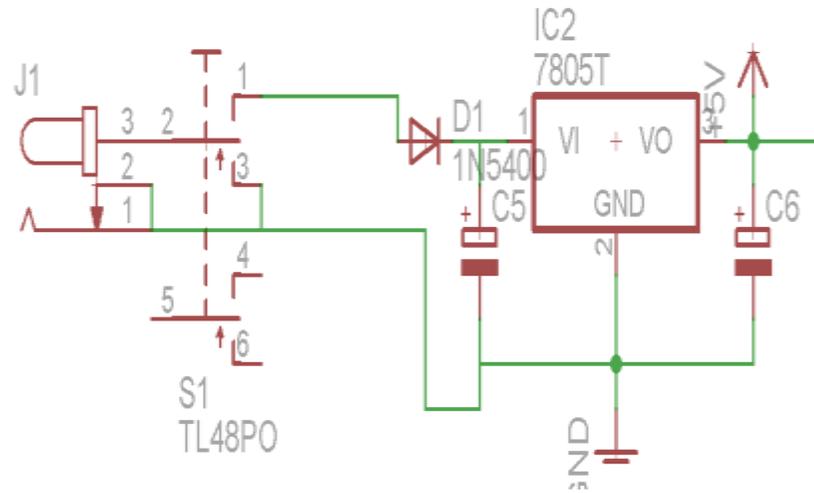


Gambar 3.6 Rangkaian sensor arus

Sumber : <http://eprints.umpo.ac.id/2984/3/BAB%20II.pdf>, 2019

Sensor dikalibrasi dengan mengasumsikan referensi arduino $V_{cc} = 5V$. Tetapi praktis tidak selalu 5V. Jadi mungkin ada peluang untuk mendapatkan nilai yang salah dari nilai yang sebenarnya. Ini dapat dipecahkan dengan cara berikut. Ukur tegangan antara arduino 5V dan GND dengan multimeter. Gunakan voltase ini sebagai ganti 5V untuk V_{cc} di kode Anda. Hit dan coba edit nilai ini hingga cocok dengan nilai yang sebenarnya.

3.8 Rangkaian Power Supplay Adaptor (PSA)



Gambar 3.7 Rangkaian PSA

Sumber : Penulis, 2019

Ketika switch(s1) ditutup (On), arus dari sumber DC 12Volt akan mengalir menuju diode yang berfungsi sebagai pengaman polaritas. Kondensator C5 yang berfungsi sebagai filter dapat dihilangkan jika tegangan input merupakan tegangan DC stabil misalnya dari sumber baterai (Accu/Aki).

Pada power supply ini menggunakan IC LM7805. IC LM7805 merupakan salah satu tipe regulator tetap. Regulator tegangan tipe ini merupakan salah satu regulator tegangan tetap dengan tiga terminal, yaitu terminal Vin, Gnd, Vout.

Setelah melalui IC 7805, tegangan akan diturunkan menjadi 5 Volt stabil. Fungsi C6 adalah sebagai filter terakhir yang berfungsi mengurangi noise(ripple tegangan) sedangkan LED yang dipasang dengan resistor berfungsi sebagai indikator.

Pada umumnya power supply selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan regulator tegangan pada power supply adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada

power supply. Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. IC LM7805 mampu mengeluarkan tegangan +5V dengan memberikan kapasitor pada masing-masing kakinya.

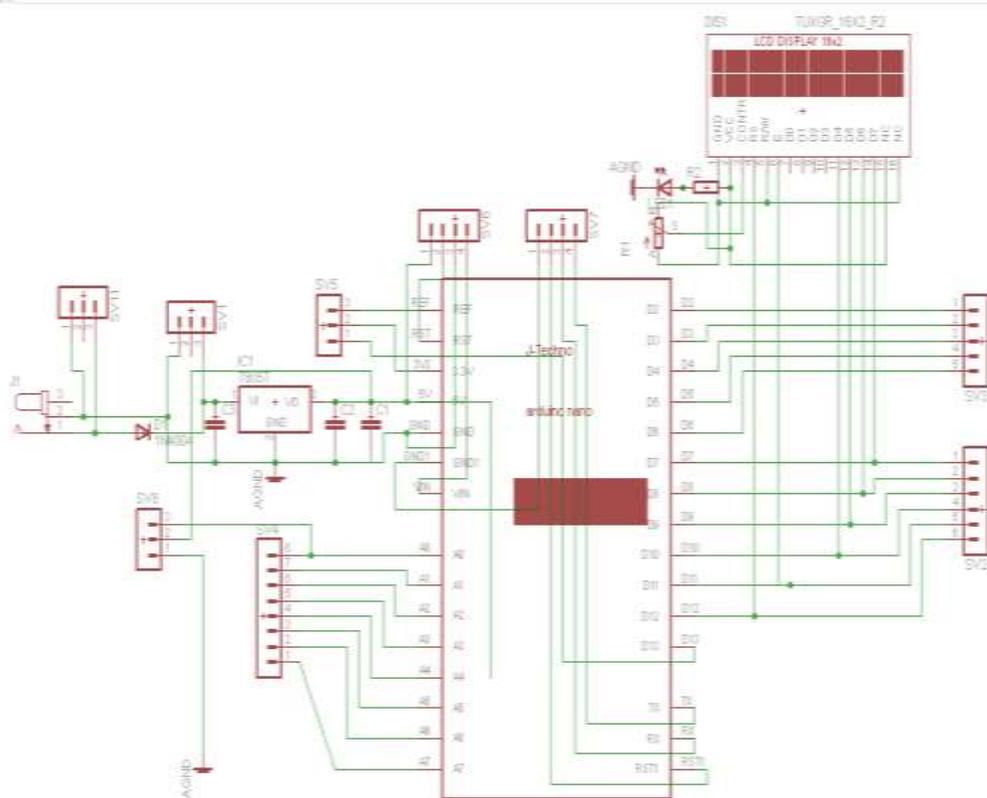
Rangkaian penyearah gelombang penuh kemudian dilanjutkan dengan filter kapasitor C yang dipasang setelah diode bridge. Dengan filter ini bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata atau terjadinya pengosongan dan pengisian terhadap kapasitor yang disebut tegangan ripple.

Rangkaian regulator ini dapat dipakai untuk menurunkan tegangan 12 volt pada sebuah perangkat elektronika atau pada sebuah kendaraan menjadi stabil. Power supply ini juga menggunakan IC LM 7805 yang berfungsi sebagai regulator. Regulator tegangan dengan menggunakan komponen utama IC (integrated circuit) mempunyai keuntungan karena lebih kompak (praktis) dan umumnya menghasilkan penyetabilan tegangan yang lebih baik.

Fungsi-fungsi seperti pengontrol, sampling, komparator, referensi, dan proteksi yang tadinya dikerjakan oleh komponen diskrit, sekarang semuanya dirangkai dan dikemas dalam IC. Regulator yang menggunakan IC LM 7805 selalu menghasilkan keluaran yang bernilai positif.

3.9 Mikrokontroler ATmega 328P

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output.



Gambar 3.8 Rangkaian Mikrokontroler ATmega328P

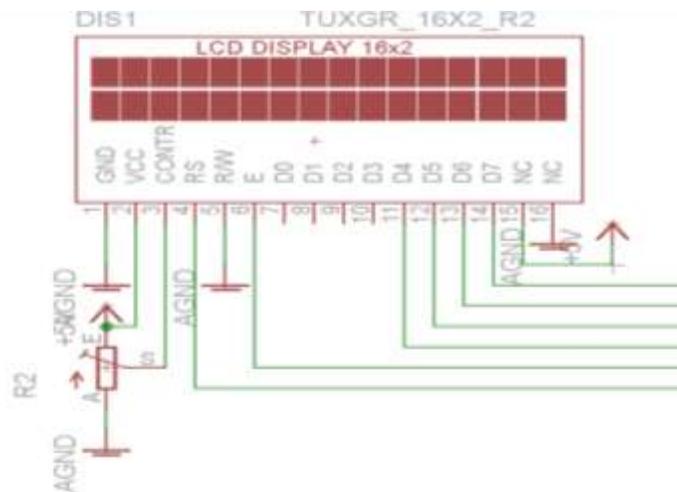
Sumber : Penulis, 2019

Rangkaian tersebut berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Komponen utama dari rangkaian ini adalah IC Mikrokontroler ATmega328P dengan compiler Arduino. Semua program diisikan pada memori dari IC ini sehingga rangkaian dapat berjalan sesuai dengan yang dikehendaki.

Untuk men-download file heksadesimal ke mikrokontroler Atmega 328P digunakanlah pin Tx, Rx pada kaki mikrokontroler dihubungkan ke USB via programmer. Apabila terjadi keterbalikan pemasangan jalur ke ISP Programmer atau terjadi error sehingga port nya tidak terhubung, maka pemrograman mikrokontroler tidak dapat dilakukan karena mikrokontroler tidak akan bisa merespon.

3.10 LCD 16 x 2 sebagai penampil karakter

Pada alat ini, display yang digunakan adalah LCD (Liquid Crystal Display) 20 x 4. Untuk blok ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler dapat memberi data langsung ke LCD, pada LCD Hitachi - M1632 sudah terdapat *driver* untuk mengubah data ASCII output mikrokontroler menjadi tampilan karakter. Pemasangan potensio sebesar 5 K Ω untuk mengatur kontras karakter yang tampil. Gambar 3.9 berikut merupakan gambar rangkaian LCD yang dihubungkan ke mikrokontroler.



Gambar 3.9 Sistem Kerja Rangkaian LCD

Sumber : Penulis, 2019

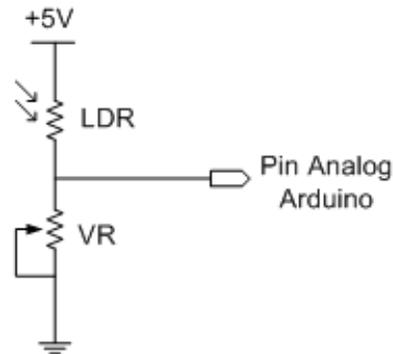
Dari gambar 3.9, rangkaian ini terhubung ke PC.0... PC.5, yang merupakan pin I/O dua arah dan SPI mempunyai fungsi khusus sebagai pengiriman data secara serial. Sehingga nilai yang akan tampil pada LCD display akan dapat dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega328P

Modul LCD terdiri dari sejumlah memory yang digunakan untuk display. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD akan disimpan didalam memory ini, dan modul

LCD secara berturutan membaca memory ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.

3.11 Rangkaian Sensor Cahaya LDR

Untuk mengukur intensitas cahaya dibutuhkan sensor cahaya yang oeka terhadap perubahan intensitas cahaya. Salah satu sensor cahaya yang dapat digunakan adalah LDR (*Light Depend Resistor*). LDR mempunyai karakteristik berubah nilai resistansinya sesuai intensitas cahaya yang megenainya. Untuk menguur intensitas cahaya digunakan, diperlukan juga rangkaian sederhana “pembagi tegangan” yang komponennya adalah LDR dan resistor (variable resistor) yang dihubungkan secara seri dan ditengah tengahnya diumpankan ke pin analog dari mikrokontroller.



Gambar 3.10 Rangkaian sensor cahaya LDR

Sumber : Penulis, 2019

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Cara Kerja dan Penggunaan Alat

4.1.1 Cara Kerja

Energi matahari sebagai sumber energi yang yang terbarukan (diperbaharui) diubah menjadi energi listrik oleh panel surya (*solar cell*). Energi listrik yang terdiri dari elektron elektron akan mengalir menuju regulator penurun tegangan untuk diturunkan besar tegangan nya sehingga dapat di terima oleh baterai HP yang memiliki besaran inputan sebesar 5V, dalam hal ini regulator penurun tegangan terdiri dari rangkaian buck converter, dioda dan modul charger. Terdapat beberapa penggunaan sensor yang menunjang alat ini, yakni :

1. Sensor Tegangan (volt) : Tegangan yang masuk daripada panel surya dideteksi oleh sensor tegangan dan kemudian dibaca oleh mikrokontroller AtMega 328P untuk kemudian diolah untuk diketahui berapa besar energi listrik yang dikonversikan dari energi matahari dari menggunakan panel surya.
2. Sensor Arus (ACS) : digunakan untuk mendeteksi dan membaca nilai arus yang dihasilkan oleh energi listrik yang kemudian dialirkan ke besaran beban (dalam hal ini baterai HP)
3. Sensor Suhu (seri DS) : digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui besaran suhu saat percobaan dilakukan
4. Sensor cahaya : digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui besaran cahaya matahari yang terpancar saat percobaan dilakukan

Keempat sensor - sensor tersebut menghasilkan nilai berupa besaran volt yang kemudian diubah oleh mikrokontroler AtMega328P menjadi besaran bit. Setelah diubah menjadi besaran bit, kemudian akan diubah menjadi besaran sesuai satuan yang diinginkan sesuai kegunaan masing masing sensor.

Misal, sensor suhu dengan satuan celcius (c), sensor tegangan (volt), sensor arus (Ampere), sensor cahaya (bit). Besaran -besaran nilai tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 328P untuk dikalibrasi dan ditampilkan ke display (LCD/ Liquid Crystal Display).

4.1.2 Cara Penggunaan

Cara penggunaan alat ini cukup mudah, *user friendly*. Cara menggunakan *charger handphone* ini sama dengan *charger handphone* yang biasa dipakai. Untuk mengisi ulang, cukup menghubungkan soket dengan *handphone*. Jika cahaya matahari mencukupi *charger* dapat langsung digunakan lama pengisian baterainya tergantung seberapa besar cahaya matahari yang diserap oleh solar cell

Cara penggunaan alat.

1. Letakkan solar cell dibawah sinar matahari
2. Hubungkan soket *charger* ke *handphone*.
3. Jika cahaya matahari mencukupi, seperti pada saat tengah hari dan cuaca cerah, alat dapat langsung digunakan

4.2 Pengujian Pada Alat

4.2.1 Pada Handphone Pertama

Tabel 4.1 hasil keluaran dari alat pada hari pertama

No.	Percobaan	Suhu	Tegangan	Arus	Intensitas Cahaya	Waktu (Menit)
1	I	34.5° C	4.86 V	0.107 A	990	110
2	II	37.0° C	9.35 V	0.185 A	1000	98
3	III	36.5° C	8.89 V	0.185 A	1001	103

Sumber : Penulis, 2019

Tabel 4.2 Hasil keluaran dari alat pada hari kedua

No.	Percobaan	Suhu	Tegangan	Arus	Intensitas Cahaya	Waktu (Menit)
1	I	34.5° C	4.81 V	0.025 A	990	122
2	II	37.0° C	9.40 V	0.198 A	1000	97
3	III	36.5° C	8.89 V	0.185 A	1001	105

Sumber : Penulis, 2019

Tabel 4.3 Hasil keluaran dari alat pada hari ketiga

No.	Percobaan	Suhu	Tegangan	Arus	Intensitas Cahaya	Waktu (Menit)
1	I	34.5° C	5.93 V	0.112 A	990	110
2	II	37.0° C	9.40 V	0.190 A	1000	100
3	III	36.5° C	8.89 V	0.185 A	1001	105

Sumber : Penulis, 2019

4.2.2 Pada Handphone Kedua

Tabel 4.4 hasil keluaran dari alat pada hari pertama

No.	Percobaan	Suhu	Tegangan	Arus	Intensitas Cahaya	Waktu (Menit)
1	I	34.5° C	4.86 V	0.109 A	990	135
2	II	37.0° C	9.35 V	0.185 A	1000	125
3	III	36.5° C	8.89 V	0.185 A	1001	128

Sumber : Penulis, 2019

Tabel 4.5 Hasil keluaran dari alat pada hari kedua

No.	Percobaan	Suhu	Tegangan	Arus	Intensitas Cahaya	Waktu (Menit)
1	I	34.5° C	4.81 V	0.110 A	990	135
2	II	37.0° C	9.40 V	0.198 A	1000	120
3	III	36.5° C	8.89 V	0.185 A	1001	118

Sumber : Penulis, 2019

Tabel 4.6 Hasil keluaran dari alat pada hari ketiga

No.	Percobaan	Suhu	Tegangan	Arus	Intensitas Cahaya	Waktu (Menit)
1	I	34.5° C	5.02 V	0.112 A	990	135
2	II o	37.0° C	9.40 V	0.185 A	1000	124
3	III	36.5° C	8.89 V	0.185 A	1001	128

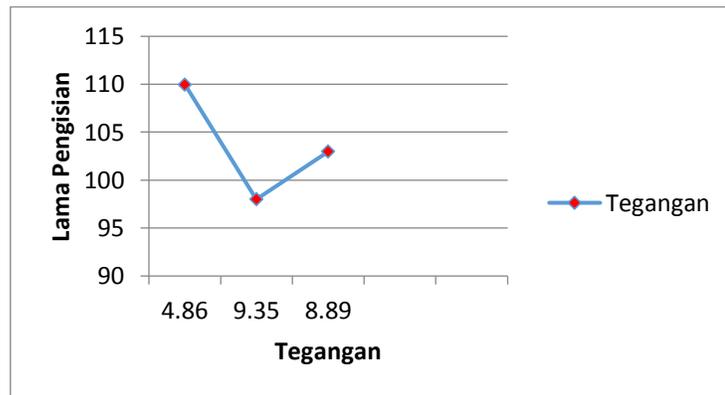
Sumber : Penulis, 2019

Tabel diatas menjelaskan hubungan antara suhu, tegangan, arus, intensitas cahaya dan lama waktu pengisian baterai yang dilakukan. Berdasarkan data yang didapat dan melakukan beberapa kali percobaan didapatkan waktu pengisian baterai yang dibutuhkan dalam mengisi sekitar satu jam lebih. Proses pengisian bisa dilakukan pada saat keadaan cerah dan tidak mendung.

4.3 Grafik

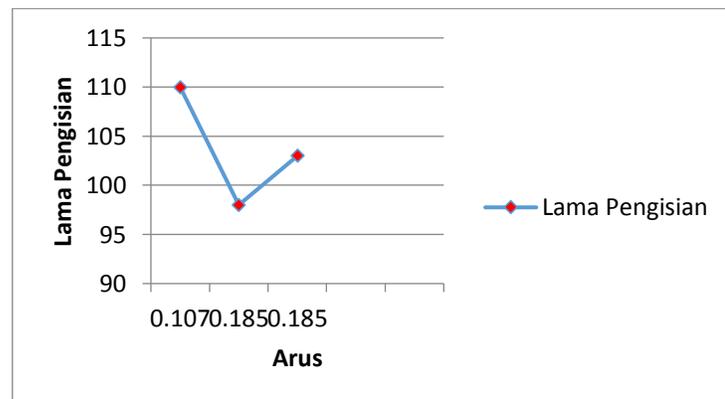
4.3.1 Grafik Pada Percobaan Handphone Pertama

4.3.1.1 Grafik Pada Percobaan Hari Pertama



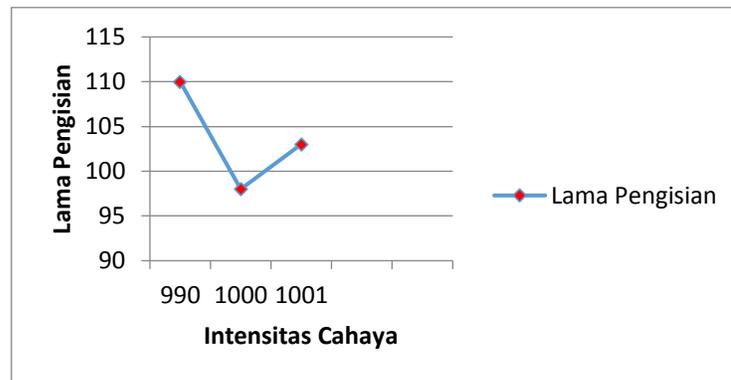
Gambar 4.1 Grafik lama pengisian terhadap tegangan

Sumber : Penulis, 2019



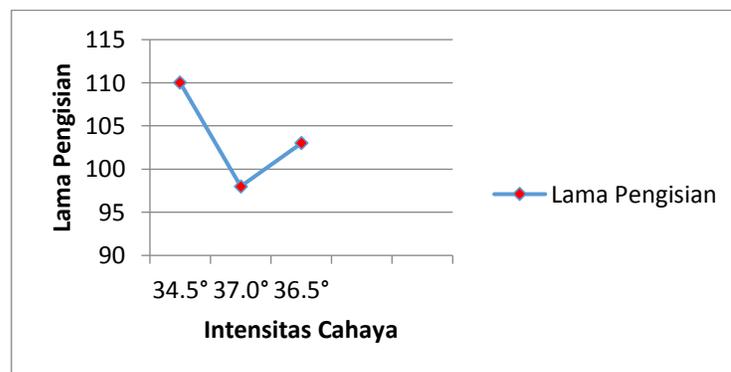
Gambar 4.2 Grafik lama pengisian terhadap arus

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.3 Grafik lama pengisian terhadap intensitas cahaya

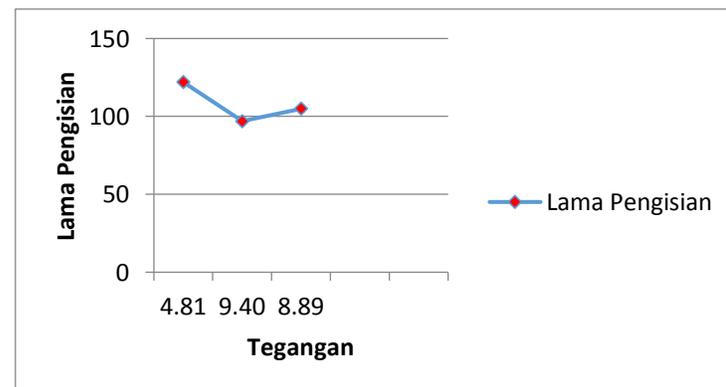
Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.4 Grafik lama pengisian terhadap suhu

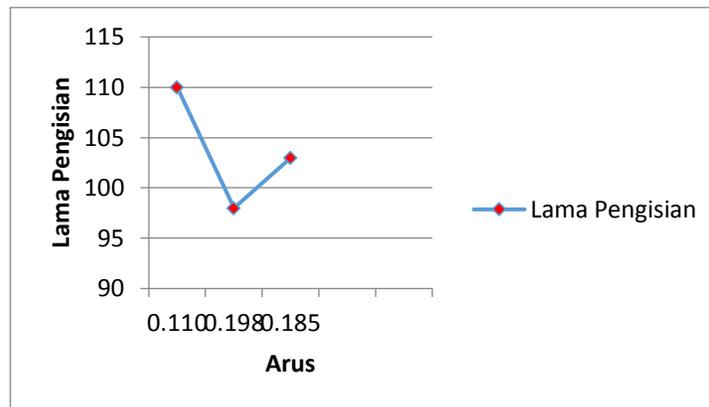
Sumber : Penulis, 2019

4.3.1.2 Grafik Percobaan Pada Hari Ke Dua



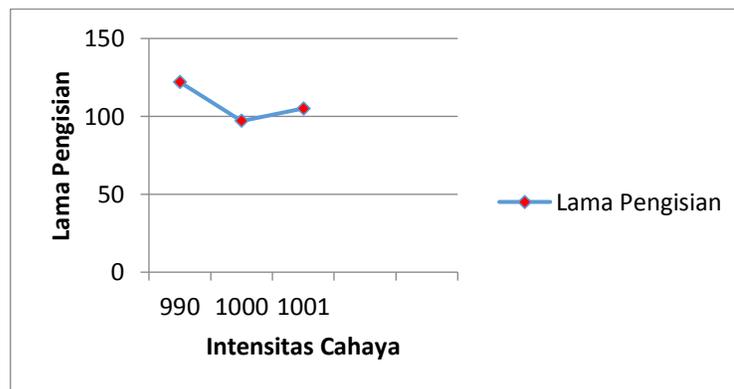
Gambar 4.5 Grafik lama pengisian terhadap tegangan

Sumber : Penulis, 2019



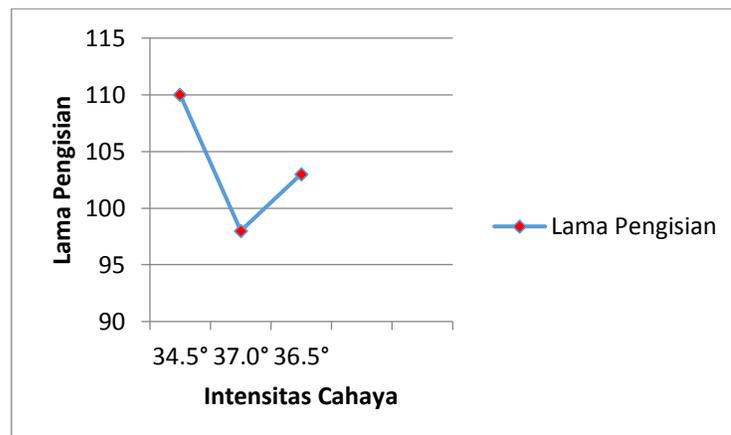
Gambar 4.6 Grafik lama pengisian terhadap arus

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.7 Grafik lama pengisian terhadap intensitas cahaya

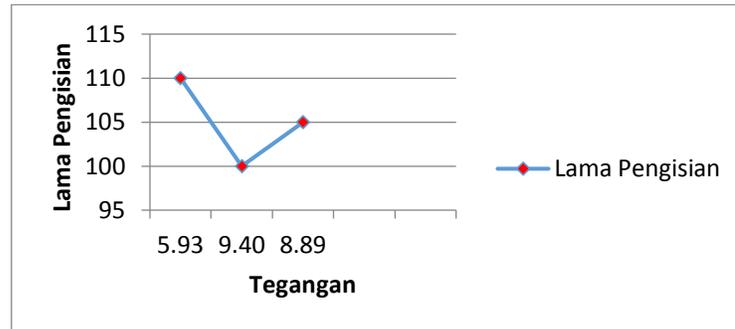
Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.8 Grafik lama pengisian terhadap suhu

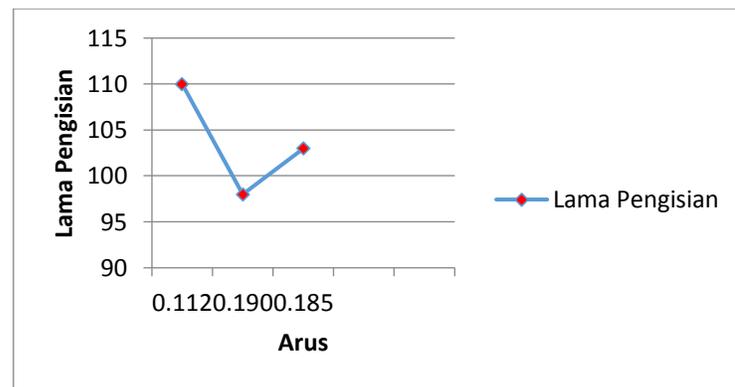
Sumber : Penulis, 2019

1.3.1.3 Grafik Percobaan Pada Hari Ke Tiga



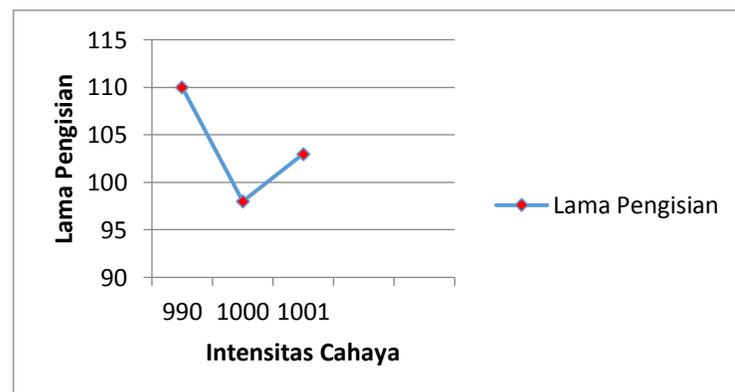
Gambar 4.9 Grafik lama pengisian terhadap tegangan

Sumber : Penulis, 2019



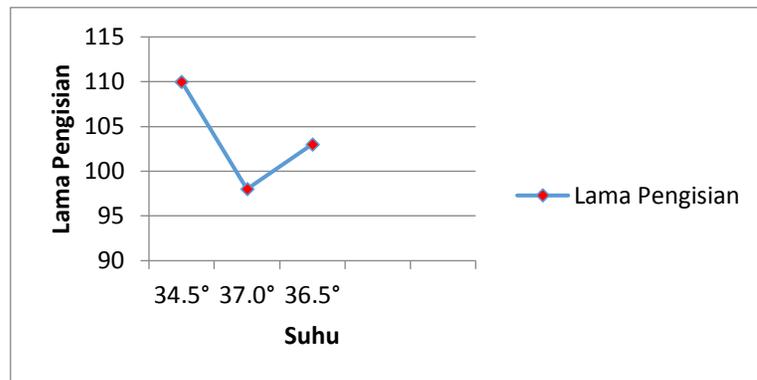
Gambar 4.10 Grafik lama pengisian terhadap arus

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.11 Grafik lama pengisian terhadap intensitas cahaya

Sumber : Penulis, 2019

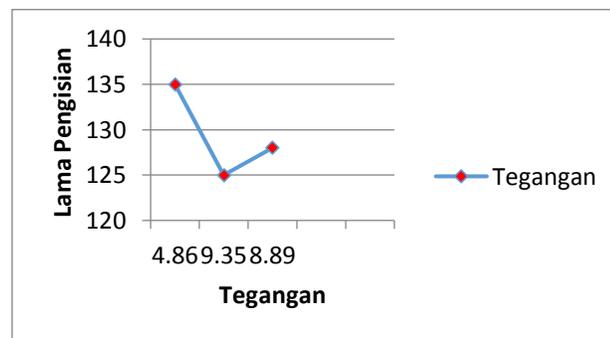


Gambar 4.12 Grafik lama pengisian terhadap suhu

Sumber : Penulis, 2019

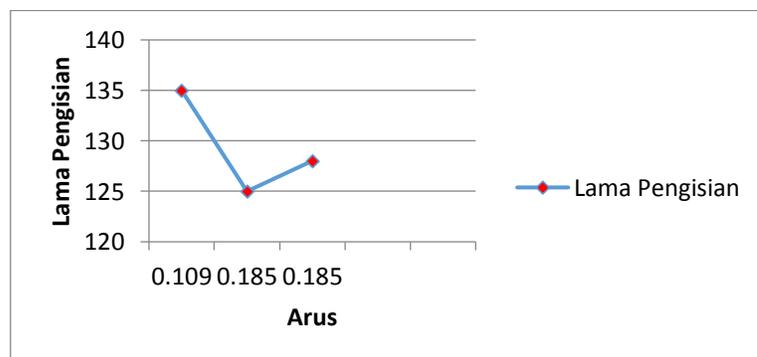
4.3.2 Grafik Pada Percobaan Handphone Kedua

4.3.2.1 Grafik Pada Percobaan Hari Pertama



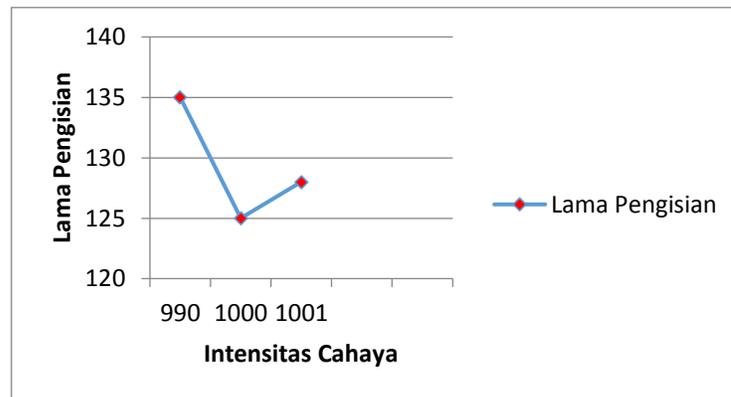
Gambar 4.13 Grafik lama pengisian terhadap tegangan

Sumber : Penulis, 2019



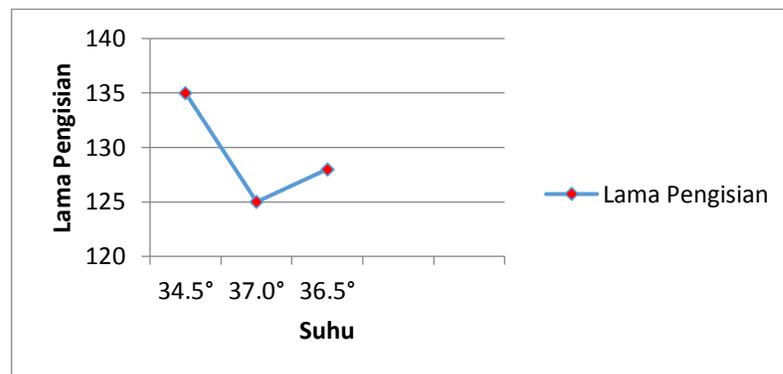
Gambar 4.14 Grafik lama pengisian terhadap arus

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.15 Grafik lama pengisian terhadap intensitas cahaya

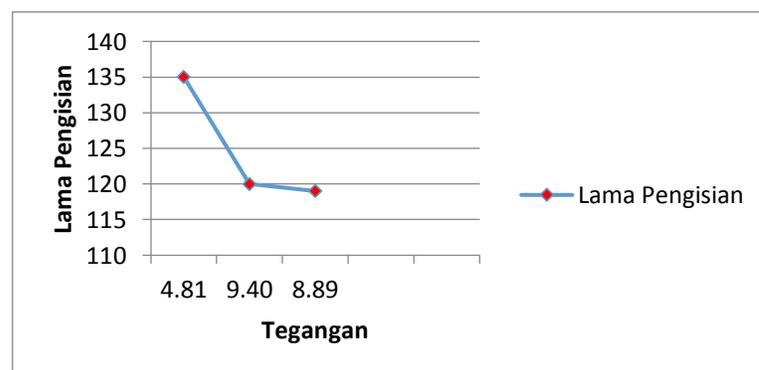
Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.16 Grafik lama pengisian terhadap suhu

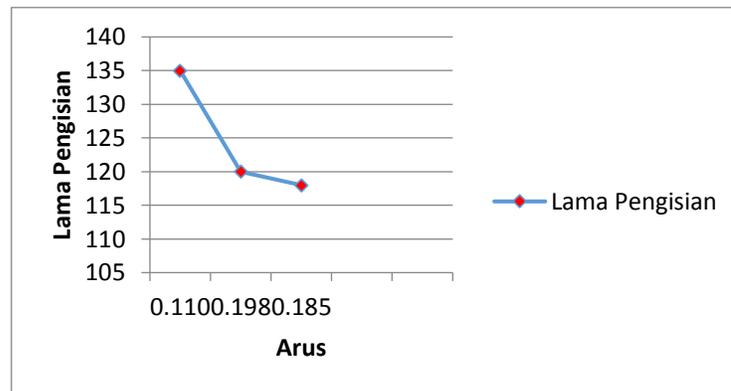
Sumber : Penulis, 2019

4.3.2.2 Grafik Percobaan Pada Hari Ke Dua



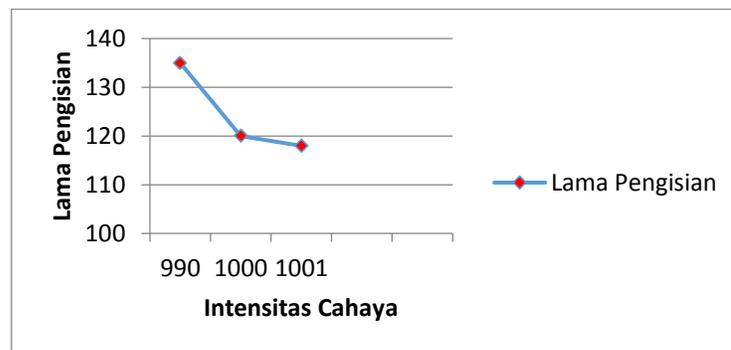
Gambar 4.17 Grafik lama pengisian terhadap tegangan

Sumber : Penulis, 2019



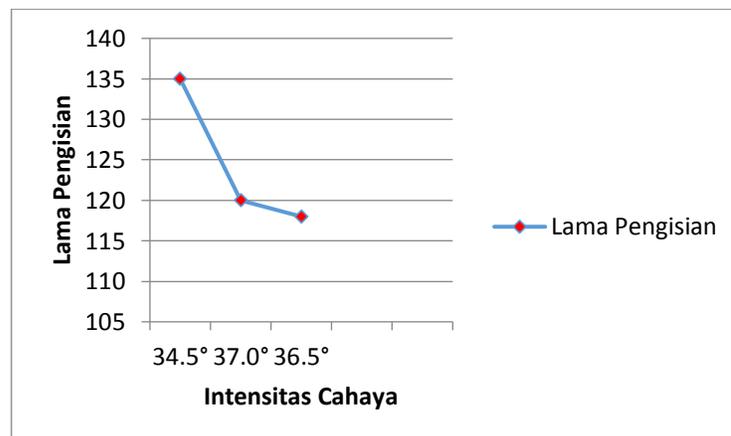
Gambar 4.18 Grafik lama pengisian terhadap arus

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.19 Grafik lama pengisian terhadap intensitas cahaya

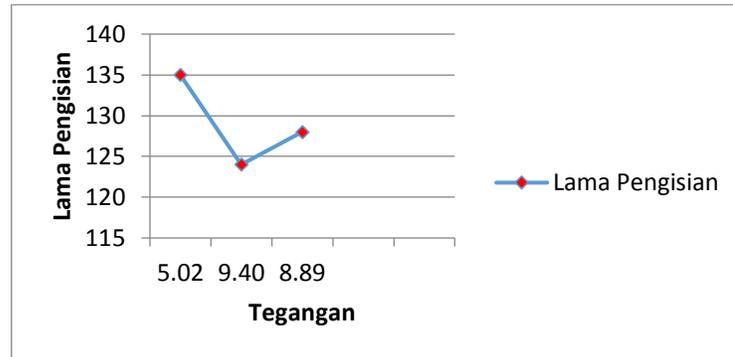
Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.20 Grafik lama pengisian terhadap suhu

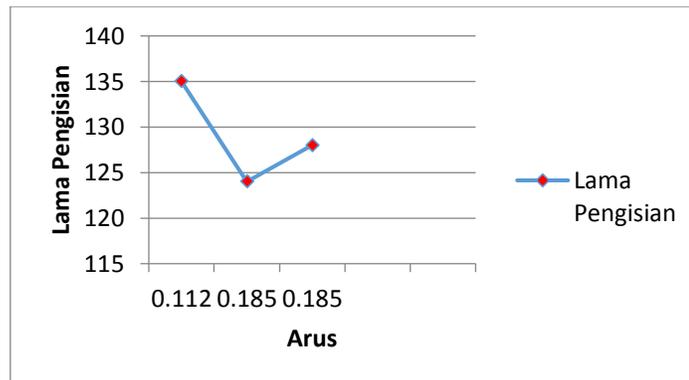
Sumber : Penulis, 2019

4.3.2.3 Grafik Percobaan Pada Hari Ke Tiga



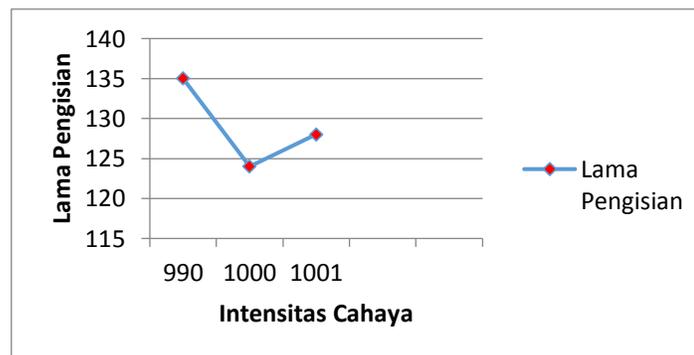
Gambar 4.21 Grafik lama pengisian terhadap tegangan

Sumber : Penulis, 2019



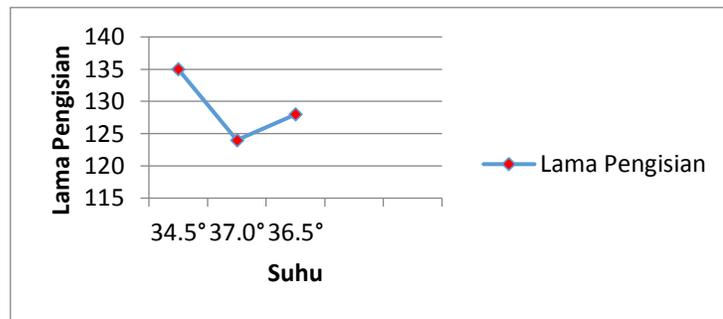
Gambar 4.22 Grafik lama pengisian terhadap arus

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.23 Grafik lama pengisian terhadap intensitas cahaya

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 4.24 Grafik lama pengisian terhadap suhu

Sumber : Penulis, 2019

Dari data dan grafik yang didapatkan saat melakukan penelitian, didapatlah tabel perbandingan sebagai berikut

Tabel 4.7 Perbandingan lama pengisian pada handphone pertama dan kedua pada hari pertama

Handphone pertama (Menit)	Handphone kedua (Menit)
110	135
98	125
103	128

Sumber : Penulis, 2019

Tabel 4.8 Perbandingan lama pengisian pada handphone pertama dan kedua pada hari kedua

Handphone pertama (Menit)	Handphone kedua (Menit)
122	135
97	120
105	118

Sumber : Penulis, 2019

Tabel 4.9 Perbandingan lama pengisian pada handphone pertama dan kedua pada hari ketiga

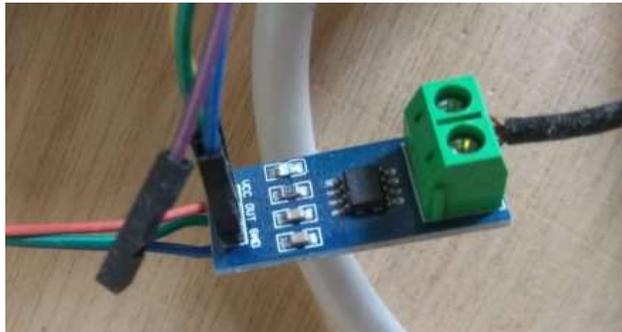
Handphone pertama (Menit)	Handphone kedua (Menit)
110	135
100	124
105	128

Sumber : Penulis, 2019

Dari hasil penelitian didapat bahwa tegangan dan arus yang dihasilkan saat melakukan pengisian ulang baterai handphone berpengaruh terhadap lamanya pengisian, dan solar cell yang digunakan tidak bisa melakukan proses pengisian baterai ulang handphone dengan cepat, bisa memakan waktu lebih dari 2 jam dan dalam intensitas cahaya 900 sampai 1001 lux. Dan juga pengisian baterai handphone ini dapat dilakukan dari pukul 08.00 sampai pukul 16.00 dengan kondisi cuaca cerah. Pada cuaca mendung dan hujan pengisian tidak dapat dilakukan, dikarenakan solar cell ini membutuhkan matahari dalam melakukan proses pengisian ulang baterai handphone.

4.4 Pengujian Rangkaian Sensor Arus ACS712

Sensor arus yang digunakan pada rangkaian ini adalah sensor arus ACS712 yang dapat mendeteksi besarnya nilai arus dari -5A sampai 5A. Sensor arus ACS712 dapat digunakan pada pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, otomotif, komersil dan sistem komunikasi. Berikut penampakan daripada module sensor ACS712



Gambar 4.25 Pengujian Blok Sensor Arus ACS712

Sumber : Penulis, 2019

Berikut Pembacaan daripada sensor Arus ACS712

Tabel 4.10 Perbandingan Perhitungan Arus

ADC	Arus
503.07	0.48 A
503.54	0.36 A
505.65	0.28 A
506.9	0.19 A
510.55	0 A

Sumber : Penulis, 2019

Arus di baca oleh Multimeter atau Ampere meter sedangkan ADC di baca oleh sensor ACS712.

Pada umumnya sensor ini digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, switched-mode power supplies, dan proteksi beban berlebih. IP+ dan IP- dari pin ACS712 terhubung pada rangkaian yang akan diukur nilai arusnya. Kapasitor 1nF digunakan sebagai filter sensor arus, sedangkan kapasitor 0,1uF digunakan sebagai

filter pada sumber tegangan Vcc. Sensor arus dicatu oleh tegangan 5V yang terhubung ke Vcc. Keluaran sensor arus Vout terhubung ke rangkaian pengkondisi sinyal sensor arus.

Saat tidak ada arus yang terdeteksi pada sensor arus ACS712, maka keluaran sensor adalah 2,5 V. Saat arus mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan lebih dari 2,5 V. Sebaliknya ketika arus listrik mengalir dari IP- ke IP+, maka keluaran akan kurang dari 2,5 V. Pada pendeteksian arus -5A sampai dengan 5A, pengkondisi sinyal sensor arus mengubah level tegangan keluaran sensor arus (1,5V–3,5V) ke dalam level tegangan masukkan ADC mikrokontroler (0V–5,0V).

Sensor arus dari keluarga ACS-712-ELC-05B adalah solusi untuk pembacaan arus didalam dunia industri,otomotif dan sistem-sistem komunikasi. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor,deteksi beban listrik dan proteksi beban berlebih. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi,karena didalamnya terdapat rangkaian low-offset linear hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga.

4.5 Pengujian Rangkaian LCD 16x2

LCD dihubungkan langsung ke Port B dari mikrokontroler yang berfungsi mengirimkan data hasil pengolahan untuk ditampilkan dalam bentuk alfabet dan numerik pada LCD. Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan Enable. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data.

Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika *low* '0' dan set *high* '1' pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Jalur RW

adalah jalur kontrol Read/Write. Ketika RW berlogika *low* '0', maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* '1', maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* '0'.

Berdasarkan keterangan di atas maka kita sudah dapat membuat program untuk menampilkan karakter pada display LCD. Adapun program yang diisikan ke mikrokontroler untuk menampilkan karakter pada display LCD adalah sebagai berikut:

```
lcd_init(16);  
  
lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("WILLIAM F. SITAN");  
lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf("T.Elektro UNPAB");  
delay_ms(1000);  
lcd_clear();
```

Hasil percobaan dalam pengujian LCD



Gambar 4.26 Pengujian LCD 16 x 2

Sumber : Penulis, 2019

4.6 Pengujian Rangkaian Sensor LDR

Dengan mengatur besaran VR (Variabel Resistor) , akan didapatkan rentanga tegangan dari 0v ke v tergantung intensitas cahaya di LDR. LDR mempunyai sifat seaikin banyak cahaya yang diterimanya (saat terang), nilai resitansinya semakin kecil. Dengan demikian, dengan rangkaian tersebut, maka tengangan yang diterima pin analog semakin besar. Hal berkebalikannya juga berlaku, jika intensitas cahaya yang diterima LDR kecil saat gelap, maka nilai resistansi LDR nya akan semakin besar, sehingga tegangan yang diterima pin analog akan mengecil.

4.7 Pengujian Module Charger Penurun Tegangan

Modul ini menggunakan IC TP4056 yang merupakan IC pengisi ulang linear untuk baterai lithium-ion sel tunggal dengan arus dan tegangan yang konstan yang dilemngkapi dengan sistem pengaturan suhu (*thermal regulation*).

Tegangan pengisian konstan di 4,2 Volt (akurasi $\pm 1,5\%$), ideal untuk digunakan mengisi ulang baterai bertegangan 3 ~ 3,7 Volt. Fitur lainnya dari IC ini adalah pemantau arus, pengunci tegangan kurang (*under-voltage lockout*), pengisi ulang otomatis, dan dua status pin yang mana pada modul ini dihubungkan dengan LED indikator.

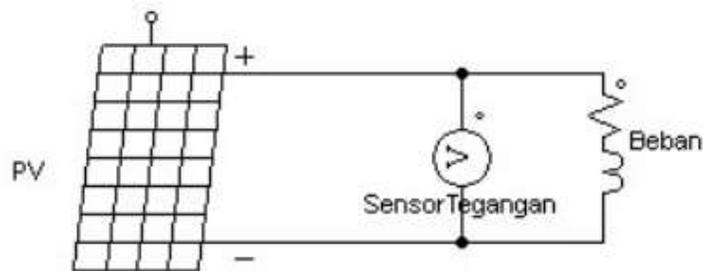


Gambar 4.27 Pengujian Module Charger Penurun Tegangan

Sumber : Penulis, 2019

4.8 Pengujian Rangkaian *Sensor Voltage*

Modul tegangan ini disusun secara parallel terhadap beban. Pada gambar 2 menunjukkan contoh cara mengukur tegangan beban pada panel surya (PV) dengan sensor tegangan yang dihubungkan secara paralel, seperti gambar berikut :



Gambar 4.28 Rangkaian *Sensor Voltage*

Sumber : <http://electricityofdream.blogspot.com/2016/09/tutorial-mengukur-tegangan-dengan-modul.html>, 2019

berikut pengujian sensor voltage



Gambar 4.29 Tampilan *Sensor Tegangan*

Sumber : Penulis, 2019

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama melakukan penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Proses pengisian ulang baterai handphone yang dilakukan dalam keadaan penuh tidak selalu menetap berlangsung lebih dari 100 menit, hal ini dipengaruhi oleh sinar matahari yang diterima oleh solar cell
2. Suhu yang didapat saat melakukan pengisian ulang baterai handphone berkisar antara $34^{\circ} - 37^{\circ} C$
3. Untuk tegangan dan arus yang dihasilkan saat melakukan pengujian adalah tegangan bisa mencapai 9 V dan arus 0.198 A
4. Intensitas cahaya yang diterima adalah 990 - 1001
5. Pengisian baterai handphone dapat dilakukan dari pukul 08.00 WIB sampai 16.00 WIB, dengan catatan cuaca cerah dan tidak mendung.

5.2 Saran

Dari pengamatan penelitian ini, penulis ingin memberi menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk selanjutnya agar solar cell yang digunakan harus berdaya yang lebih tinggi, agar proses pengisian ulang baterai menjadi lebih cepat
2. Pemilihan nilai komponen yang benar untuk memperkecil tingkat kesalahan dalam pembuatan setiap sub sistem rangkaian

DAFTAR PUSTAKA

- Alaudina. H. N. 2012. *Lets Fly Around The World With King Fruit*, APEC Youth Scientist Journal 3: 34 - 47
- Bishop, O. 2004. *Dasar – Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga
- Hughes, Fredrick W.1990. *Panduan Op – Amp*. Jakarta: Elex Media Komputindo
- Jubiee, Enterprise. 2010. *Teknik Menghemat Listrik*. Jakarta: PT Alex Media
- Kartawidjaja, M, dkk. 2011. *Pencarian Parameter Bio-Baterai Asam Sitrat (C6H8O7)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II : 105 -115
- Malvino dan Hanapi Gunawan Diktat Kuliah. 1981. *Prinsip-Prinsip Elektronik*. Jakarta: Edisi Kedua.PT. Gelora Aksara Pratama
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Zuhal. 1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-13287-Chapter1I.pdf
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/56166/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- <http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB%20II.pdf>
- <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/67/jbptppolban-gdl-ginairiant-3325-3-bab2--7.pdf>
- <http://eprints.polsri.ac.id/3782/3/Bab%20II.pdf>

<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/drs-sumarna-msi-meng/percobaan-penggunaan-multimeter-dan-osiloskop.pdf>

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/53230/4/Chapter%20II.pdf>

<http://eprints.polsri.ac.id/2056/3/BAB%20II.pdf>

Erika, Winda, Heni Rachmawati, and Ibnu Surya. "Enkripsi Teks Surat Elektronik (E-Mail) Berbasis Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA)." *Jurnal Aksara Komputer Terapan* 1.2 (2012).

Perwitasari, I. D. (2018). Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 8-18.

Ramadhani, S., Suherman, S., Melvasari, M., & Herdianto, H. (2018). Perancangan Teks Berjalan Online Sebagai Media Informasi Nelayan. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).

Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.

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.

Tarigan, A. D. (2018, October). A Novelty Method Subjectif of Electrical Power Cable Retirement Policy. In *International Conference of ASEAN Prespective and Policy (ICAP)* (Vol. 1, No. 1, pp. 183-186).

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.

Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty of Data Mining for Promoting Education based on FP-Growth Algorithm.

Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service of QFC And SPC Methods in the Process Performance Potential Gain and Customers Value in a Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol*, 9(6), 820-829.

Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.