

SKRIPSI

**PEMANFAATAN *ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA*
PADA *WESTAFEL***



Disusun oleh :

**FIRDAUS 105821111816
JAMALUDIN 105821108017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2022

SKRIPSI

**PEMANFAATAN *ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA*
PADA *WESTAFEL***

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

**FIRDAUS
JAMALUDIN**

**105821111816
105821108017**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2022

11/02/2022

1
Smb Alumni

R/0026/ELT/22
PLR
P²



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: <https://unismuh.ac.id>, e_mail: elektroft@unismuh.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA PADA WESTAFEL**

Nama : 1. Firdaus

2. Jamaludin

Sambuk : 1. 105 82 11118 16

2. 105 82 11080 17

Makassar, 24 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II


Adriani, S.T., M.T.


Rahmania, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro




Adriani, S.T., M.T. ft
NBM : 1044 202



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: <https://unismuh.ac.id>, e_mail: elektroft@unismuh.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Firdaus** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11118 16 dan **Jamaludin** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11080 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 22 Januari 2022.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 21 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

b. Sekertaris : Ridwang, S.Kom., M.T

3. Anggota

: 1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

2. Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

3. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Adriani, S.T., M.T.

Pembimbing II

Rahmania, S.T., M.T



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM
NBM : 795 108

Abstrak

Judul Tugas Akhir ini “Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Pada Westafel”. energi listrik sangat penting untuk mendukung aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari dengan begitu kekurangan kebutuhan energi listrik yang ada nantinya akan dapat terpenuhi, dan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dari penggunaan proses pembangkit konvensional yang ada saat ini. Matahari adalah sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat terus-menerus (tidak habis), khususnya energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Penggunaan tenaga surya tidak membutuhkan pembakaran sehingga tidak menghasilkan gas buang berupa gas rumah kaca. Pemanfaatan energi matahari dilakukan dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas atau listrik untuk memenuhi kebutuhan energi manusia. Pemanfaatan tenaga surya dilakukan dengan mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah sinar matahari dan photovoltaic. Untuk menjawab hal tersebut, hal yang paling dibutuhkan adalah kreativitas agar dapat menciptakan inovasi-inovasi terkait teknologi. Namun yang menjadi masalah besar saat ini yaitu ketersediaan sumber energi listrik yang menjadi kebutuhan utama di masyarakat. Tujuan dari penelitian ini memanfaatkan energi matahari menjadi energi listrik melalui proses konversi energi yang terjadi pada panel surya dan memanfaatkan energi panel surya dengan menggunakan solar charge controller untuk mengisi baterai sehingga dapat dimanfaatkan pada alat westafel. Metode yang digunakan peneliti adalah studi literatur dimana dalam pemanfaatan energi listrik panel surya pada westafel ada beberapa proses yang dilakukan, diantaranya bagaimana cara proses konversi sinar matahari sehingga dapat menghasilkan energi listrik, mencari studi lapangan tentang bagaimana proses yang terjadi dalam pemanfaatan energi sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik sehingga dapat dimanfaatkan pada westafel, kapasitas energi listrik yang dapat dihasilkan dengan pemanfaatan sinar matahari. Pemanfaatan energi listrik tenaga surya pada westafel dihasilkan melalui sinar matahari kemudian masuk ke modul panel surya (fotovoltaic), selanjutnya modul panel surya akan menghasilkan arus DC yang dikontrol oleh charger controller untuk disimpan ke baterai, kemudian arus DC yang masuk ke baterai bisa digunakan untuk alat westafel. Westafel bekerja menggunakan sensor infrared ketika sensor infrared mendeteksi adanya tangan atau objek didepannya pada jarak maksimal 12 cm maka alat akan menggerakkan water pump untuk mengeluarkan air.

Kata kunci : Pemanfaatan, sinar Matahari, energi terbarukan, westafel

Abstract

The title of this final project is "Utilization of Solar Electric Energy in Westafel". Electrical energy is very important to support human activities in daily life so that the shortage of existing electrical energy needs will be fulfilled later, and can reduce the use of fossil fuels from the use of conventional power generation processes that exist today. The sun is a source of large amounts of energy and is continuous (not exhausted), especially the electromagnetic energy emitted by the sun. The use of solar energy does not require combustion so it does not produce exhaust gases in the form of greenhouse gases. Utilization of solar energy is done by converting sunlight into heat or electricity to meet human energy needs. Utilization of solar power is done by converting sunlight directly into heat or electrical energy. The two basic types of solar power are solar and photovoltaic. To answer this, what is most needed is creativity in order to create innovations related to technology. However, the big problem at this time is the availability of electrical energy sources which are the main needs in society. The purpose of this study is to utilize solar energy into electrical energy through the energy conversion process that occurs in solar panels and utilize solar panel energy by using a solar charge controller to charge battery so that it can be used in the sink. The method used by the researcher is a literature study where in the utilization of solar panel electrical energy in the sink there are several processes carried out, including how the process of converting sunlight so that it can produce electrical energy, looking for field studies about how the processes that occur in the utilization of solar energy to produce electrical energy, electrical energy so that it can be utilized in the sink, the capacity of electrical energy that can be generated by utilizing sunlight. Utilization of solar electrical energy in the sink is generated through sunlight then enters the solar panel module (photovoltaic), then the solar panel module will generate DC current which is controlled by the charger controller to be stored in the battery, then the DC current entering the battery can be used for tools. sink. Westafel works using an infrared sensor when the infrared sensor detects a hand or object in front of it at a maximum distance of 12 cm, the tool will move the water pump to remove water.

Keyword : Utilization, sunlight, renewable energy, westafel.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan sebaik mungkin. *Selawat* dan salam semoga senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul skripsi kami adalah: **“PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA PADA WESTAFEL”**

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mendapat banyak bantuan, bimbingan, saran-saran dari berbagai pihak, sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. *Selaku* Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM. *Selaku* Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T *Selaku* Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. <i>Sistematika</i> Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. <i>Sinar Matahari</i>	6
B. <i>Panel Surya</i>	6
C. Jenis-Jenis <i>Panel Surya</i>	7
1. Jenis <i>Panel Surya Monokristal (Mono-Crystalline)</i>	8
2. Jenis <i>Panel Surya Polikristal (Poly-Crystalline)</i>	8

3. Jenis <i>Panel Surya Thin Filem Photovoltaic</i>	9
D. Kelebihan dan Kelemahan <i>Tenaga Surya</i>	10
E. <i>Struktur Sel Surya</i>	12
F. <i>Cara Kerja Sel Surya</i>	14
G. <i>Distribusi Energi Listrik dari Solar Cell ke Baterai</i>	16
H. <i>Proses Penyerapan Dan Penyuplaian Energi Matahari</i>	17
I. <i>Komponen Kerja Alat</i>	18
1. <i>Modul Surya (Polycrystalline)</i>	18
2. <i>Solar Charger Controller</i>	19
3. <i>Baterai</i>	20
4. <i>Relay</i>	21
5. <i>Water Pump</i>	21
6. <i>Sensor Infrared</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	
A. <i>Waktu Dan Tempat Penelitian</i>	24
B. <i>Alat dan Bahan</i>	24
C. <i>Metode</i>	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. <i>Proses Energi Listrik Tenaga Surya ke Westafel</i>	28
B. <i>Kapasitas Kebutuhan Energi Listrik</i>	29
1. <i>Daya Energi Listrik yang dibutuhkan Water Pump</i>	29
2. <i>Jumlah Kebutuhan Panel Surya</i>	30
3. <i>Kapasitas Keperluan Charger Controller</i>	30

4. Jumlah Kebutuhan <i>Baterai</i>	31
5. Pengujian <i>Relay</i>	32
6. Pengujian <i>Sensor Infrared dan Water Pump</i>	33
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	34
B. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya Monokristal (<i>Mono-crystalline</i>)	8
Gambar 2.2 Panel Surya Polikristal (<i>Poly-Crystalline</i>)	9
Gambar 2.3 Panel Surya Thin Film Photovoltaic	9
Gambar 2.4 Struktur sel surya menggunakan material silikon	12
Gambar 2.5 Junction antara semikonduktor tipe-p	15
Gambar 2.6 Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip <i>p-n junction</i>	16
Gambar 2.7 Sistem kerja panel surya	17
Gambar 2.8 Modul Cell Surya Polycrystalline	18
Gambar 2.9 Solar Charger Controller	20
Gambar 2.10 Baterai	20
Gambar 2.11 Relay	21
Gambar 2.12 Water Pump	22
Gambar 2.13 Sensor Infrared	23
Gambar 3.1 Flowchat Penelitian	26
Gambar 3.2 Flowchat Alat	27
Gambar 4.1 Skema Perancangan	28
Gambar 4.2 Block Diagram	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan keunggulan dari tiap jenis <i>panel surya</i>	10
Tabel 2.2 <i>Spesifikasi Solar Cell Polycrystalline 20 WP</i>	19
Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam perancangan	24
Tabel 3.2 <i>Bahan</i> yang digunakan dalam perancangan	25
Tabel 4.1 Kebutuhan Pemakaian <i>Listrik Water Pump</i>	28
Tabel 4.2 <i>State Of Chare</i> Pada <i>baterai</i>	31
Tabel 4.3 Pengujian <i>Relay</i>	32
Tabel 4.4 Pengujian <i>Sensor Infrared</i> dan <i>Water Pump</i>	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lokasi penelitian	38
Tampilan depan westafel	39
Tampilan belakang westafel	39
Sensor infrared	40
Relay	40
Panel surya	41
Baterei dan solar charger controller	41
Solar Charger Controller sebelum terhubung ke panel surya	42
Solar Charger Controller terhubung ke panel surya	42



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dengan meningkatnya pertumbuhan *teknologi-teknologi* canggih pada dunia *industri*, perkantoran, maupun rumah tangga, maka *energi listrik* sangat penting untuk mendukung aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari, sehingga maka kebutuhan *energi listrik* akan meningkat tinggi, sehingga tidak menutup kemungkinan akan terjadinya kekurangannya *energi listrik* itu sendiri. Untuk mendapatkan kekurangan *energi listrik*, dapat dengan memanfaatkan adanya *sinar matahari* yang ada setiap harinya, dengan begitu kekurangan kebutuhan *energi listrik* yang ada nantinya akan dapat terpenuhi, dan dapat mengurangi penggunaan *bahan bakar fosil* dari penggunaan proses pembangkit *konvensional* yang ada saat ini.

Matahari adalah *sumber energi* yang berjumlah besar dan bersifat terus-menerus (tidak habis), khususnya *energi elektromagnetik* yang dipancarkan oleh *matahari*. Penggunaan *tenaga surya* tidak membutuhkan pembakaran sehingga tidak menghasilkan gas buang berupa gas rumah kaca. Pemanfaatan *energi matahari* dilakukan dengan mengubah *sinar matahari* menjadi *energi panas* atau *listrik* untuk memenuhi kebutuhan *energi* manusia. Pemanfaatan *tenaga surya* dilakukan dengan mengubah *sinar matahari* secara langsung menjadi panas atau *energi listrik*. Dua tipe dasar *tenaga matahari* adalah *sinar matahari* dan *photovoltaic*. Untuk menjawab hal tersebut, hal yang paling dibutuhkan adalah kreativitas agar dapat menciptakan *inovasi-inovasi* terkait *teknologi*. Namun

yang menjadi masalah besar saat ini yaitu ketersediaan *sumber energi listrik* yang menjadi kebutuhan utama di masyarakat.

Terbatasnya *sumber energi fosil* sebagai penghasil *energi listrik* telah mendorong penelitian dan pengembangan kearah penggunaan *sumber energi alternatif* salah satunya adalah *sumber energi matahari*. Pemakaian *energi surya* di Indonesia mempunyai prospek yang sangat baik, mengingat bahwa secara *geografis* sebagai negara *tropis*, melintang di garis *katulistiwa* memiliki potensi *energi surya* yang cukup baik. Pemanfaatan *Tenaga Surya* melalui *konversi Photovoltaic* telah banyak diterapkan antara lain penerapan *sistem individu* dan *sistem hybrid* yaitu *sistem* penggabungan antara *sumber energi konvensional* dengan *sumber energi terbarukan*.

Sel surya akan menghasilkan *listrik searah (DC)* apabila permukaannya terkena *sinar matahari* dengan *intensitas* tertentu. Potensi dari *sumber energy matahari* dapat memberikan *sumbangan* yang besar bila dapat dimanfaatkan secara *optimal* dengan mendesain suatu *sistem* pengubah *energi* yang dapat mensuplai kebutuhan *energi*. Penggunaan *sumber energi matahari* ini mempunyai beberapa keuntungan antara lain tersedianya *sumber energi* yang cuma-cuma, ramah lingkungan sehingga bebas polusi dan tak terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian yang lebih detail untuk memahami *sistem listrik* yang berasal dari *sumber energi matahari* ini.

Satu masalah yang muncul pada penggunaan *energi matahari* ini adalah *energi* yang dihasilkan dapat berubah-ubah tergantung pada musim dan lingkungan. Hal ini akan sangat dirasakan pada daerah-daerah dimana *intensitas*

mataharinya berubah-ubah secara *ekstrim*. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu *sistem* penyimpanan energi yaitu *accumulator* atau *baterai*. Energi matahari yang dihasilkan dari matahari dapat digunakan untuk mengisi daya ke *accumulator* untuk selanjutnya dari *accumulator* tersebut dapat digunakan langsung.

Berdasarkan hal tersebut diatas, peneliti merancang suatu alat untuk menyimpan tenaga matahari menggunakan panel surya yang dilengkapi charger otomatis untuk mengisi baterai sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Sistem ini terdiri dari sel surya (*solar cell*) sebagai penghasil energi listrik, mikrokontroler sebagai pengendali dan baterai. Peneliti berupaya untuk menciptakan suatu sumber tenaga listrik mandiri sebagai sumber tenaga untuk mengoperasikan *westafel* otomatis.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana proses energi listrik tenaga surya dapat digunakan pada alat *westafel*?
2. Bagaimana *water pump* dan *sensor infrared* dapat bekerja pada alat *westafel*?

C. Tujuan Penelitian

1. Memanfaatkan energi panel surya dengan menggunakan *solar charge controller* untuk mengontrol pengisian baterai sehingga dapat dimanfaatkan pada alat *westafel*.
2. Memanfaatkan energi panel surya untuk mengaktifkan *water pump* dan *sensor infrared* sehingga dapat dimanfaatkan pada alat *westafel*.

D. Manfaat Penelitian

1. Mahasiswa

- Menambah wawasan mahasiswa tentang ilmu teknologi terbaru.
- Menyajikan hasil yang diperoleh dalam bentuk laporan.
- Menggunakan hasil atau data untuk dikembangkan menjadi tugas akhir.

2. Masyarakat

- Alat ini diharapkan dapat bekerja dengan baik untuk mempermudah kehidupan masyarakat.
- Alat ini diharapkan dapat diuji kelayakannya sehingga mudah diterapkan dan dapat digunakan ditempat umum.

E. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya berfokus pada pemanfaatan energi surya menggunakan solar charger Controller sebagai energi alternatif untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik sehingga dapat dimanfaatkan pada alat wastafel.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I: PENDAHULUAN

Uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang teori dasar yang bersangkutan tentang judul yang diangkat menjadi skripsi.

BAB III: METODE PENELITIAN

Membahas tentang langkah-langkah penelitian dan juga tentang pembuatan *sistem* serta prinsip kerja.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil-hasil pengujian dan pengukuran dari penelitian.

BAB V: PENUTUP

Membuat kesimpulan dan saran yang didapat dalam pembahasan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar yang mencantumkan *spesifikasi* sebuah buku yang meliputi judul buku, nama pengarang, penerbit dan informasi yang terkait.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Sinar Matahari*

Sinar Matahari merupakan sebuah energi panas yang dihasilkan oleh radiasi matahari, dengan adanya panas matahari maka dapat dimanfaatkan untuk sebuah energi alternatif terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. *Sinar Matahari* nantinya akan dikonversikan melalui panel surya (*photovoltaic*) dan peralatan lainnya seperti *charger controller*, baterai, dan peralatan pendukung lainnya dengan menggunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Penggunaan *sinar matahari* untuk membangkitkan energi listrik disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia merupakan solusi yang tepat. Hal ini didukung karena Indonesia terletak di daerah tropis yang mana akan menerima *sinar matahari* yang akan terus berkesinambungan sepanjang tahun. (Ramadhan, Dimardi, & Mukti, 2016)

B. *Panel Surya*

Panel surya merupakan suatu alat yang mampu merubah *sinar matahari* menjadi energi listrik, *panel surya* terbuat dari bahan semikonduktor dengan bahan silikon dan dilapisi dengan bahan khusus. *Panel surya* bekerja dengan menangkap *sinar matahari*, ketika *sinar matahari* telah diterima oleh *panel surya* maka elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. (Rif'an et al., 2012)

Untuk efisiensi kinerja panel surya tergantung dari berapa besarnya intensitas sinar matahari yang berhasil ditangkap oleh panel surya (*photovoltaic*). Semakin tinggi intensitas sinar matahari yang ditangkap maka efisiensi energi listrik yang dihasilkan akan lebih baik.

Penghitungan efisiensi energi yang dibangkitkan dapat dihitung dengan persamaan : (Yamato, 2012)

$$A_a = E / (I_{av} \times \eta_m)$$

$$n = A_a / A_{cm}$$

$$P = n \times P_m$$

Dimana :

P = Daya yang dibangkitkan oleh PLTS (W)

n = Jumlah modul

P_{max} = Daya maks sebuah modul (W)

E = Energi (Wh)

I_{av} = Intensitas cahaya rata-rata (W/m^2)

η_m = efisiensi modul (%)

A_a = Luas panel surya (m^2)

A_{cm} = Luas efektif sebuah modul (m^2)

C. Jenis – Jenis Panel Surya

Panel surya sering kali disebut *sel photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”. *Sel surya* atau *sel PV* bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.

Jenis *panel surya* sendiri ada beberapa macam yaitu:

1. *Panel Surya Monokristal (Mono-crystalline)*

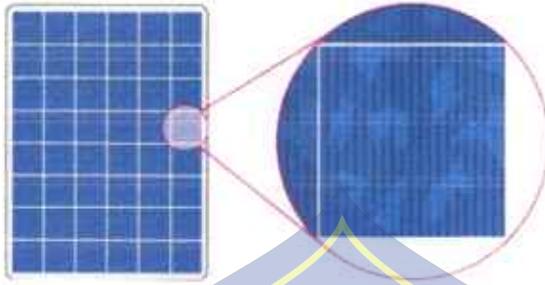
Jenis *mono-crystalline* merupakan *panel* yang paling *efisien* yang dihasilkan dengan *teknologi* terkini dan menghasilkan *daya listrik* persatuan luas yang paling tinggi. *Monokristal* dirancang untuk penggunaan yang memerlukan *konsumsi listrik* besar pada tempat-tempat yang beriklim *ekstrim*. *Panel surya* ini memiliki *efisiensi* sampai dengan 15%. Kelemahan dari *panel* jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya *mataharinya* kurang (teduh). *Efisiensinya* akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.1 *Panel Surya Monokristal (Mono-crystalline)*

2. *Panel Surya Polikristal (Poly-Crystalline)*

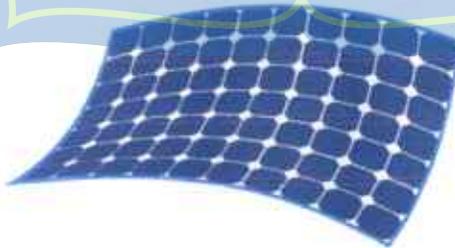
Merupakan *Panel Surya* yang memiliki susunan *kristal* acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *monokristal* untuk menghasilkan *daya listrik* yang sama. Jenis *panel surya* ini memiliki *efisiensi* lebih rendah dibandingkan tipe *monokristal*, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.



Gambar 2.2 Panel Surya Polikristal (Poly-Crystalline)

3. Panel Surya Thin Film Photovoltaic

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8,5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dari pada monokristal dan polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan). Jenis panel surya ini dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.



Gambar 2.3 Panel Surya Thin Film Photovoltaic

Tabel 2.1 Perbandingan keunggulan dari tiap jenis *panel surya*

Jenis Solar Panel	Keunggulan	Kerugian
<i>Monocrystalline</i>	<i>Efisiensi / Kinerja Tinggi</i>	Biaya Lebih Tinggi
	Estetika	
<i>Polycrystalline</i>	Biaya Lebih Rendah	<i>Efisiensi / Kinerja Yang Lebih Rendah</i>
<i>Thin-Film</i>	<i>Portabel Dan Fleksibel</i>	<i>Efisiensi / Kinerja Terendah</i>
	Ringan Estetika	

D. Kelebihan dan Kelemahan *Tenaga Surya*

Kelebihan penggunaan *listrik tenaga surya* :

Seperti yang anda ketahui *energi surya* merupakan salah satu *sumber energi alternatif* pengganti *Bahan Bakar Minyak (BBM)*. Tak hanya itu saja, *energi surya* juga merupakan *sumber energi terbarukan* yang tidak akan habis meski digunakan secara terus menerus oleh manusia. Berbeda dengan *Bahan Bakar Minyak* yang dapat semakin menipis ketika digunakan secara terus menerus. Hal ini dikarenakan *bahan bakar* minyak berasal dari *fosil* jutaan tahun lalu. Berbeda dengan *energi surya* yang memerlukan *sinar matahari*.

1. Tidak akan pernah habis

Keuntungan yang pertama adalah tidak akan pernah habis dan ramah lingkungan. Seperti yang Anda ketahui *energi matahari* merupakan *sumber energi terbarukan* yang tidak akan pernah habis. Penggunaan *energi surya* juga dapat mencegah penggunaan *bahan bakar fosil* menjadi semakin menipi. Dan bahkan saat ini banyak sekali negara-negara maju yang menggunakan *energi surya* untuk menjadikannya *energi listrik*.

2. Ramah lingkungan

Yang kedua adalah ramah lingkungan. Dikatakan ramah lingkungan karena penggunaan *energi surya* tidak akan menghasilkan emisi karbon sama seperti BBM. Oleh karena itu *energi surya* dapat dikatakan sebagai salah satu *sumber energi alternatif* yang sangat lingkungan. Dan pastinya hal ini dapat mencegah pemanasan global yang dapat menyebabkan perubahan iklim tak menentu.

3. Hanya membutuhkan sedikit perawatan

Keuntungan pembangkit *listrik tenaga surya* selanjutnya adalah hanya membutuhkan sedikit perawatan. Setelah instalasi dan dioptimasi, *panel surya* dapat menciptakan *listrik* dengan luasan hanya beberapa milimeter dan tidak memerlukan perawatan yang berarti. Tak hanya itu saja, *panel surya* juga memproduksi *energi* dalam diam, sehingga tak mengeluarkan bunyi bising dan lainnya.

4. Sangat cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia

Selain itu, *energi surya* juga memiliki keuntungan lainnya seperti, bebas dari biaya perawatan. Pemasangan sangat mudah, kapasitas yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan lainnya. Meskipun memiliki keuntungan, PLTS juga memiliki beberapa kelemahan, apa saja? Berikut ulasannya.

Kelemahan penggunaan *listrik tenaga surya* :

1. Daya yang dihasilkan berkurang ketika mendung

Seperti yang kita ketahui *tenaga surya* membutuhkan *sinar matahari* untuk bekerja ketika mendung atau pada malam hari keluaran *energi panel surya* pastinya kurang maksimal, namun untuk menyiasati hal ini banyak *tenaga surya*

skala besar yang melacak *matahari* untuk menjaga *panel surya* di sudut *optimal* tiap hari.

2. Besarnya biaya pembangunan

Pembangkit *listrik* ini juga sangat membutuhkan biaya yang sangat besar per *MW* oleh karena itu banyak sekali negara-negara yang memikirkan hal ini ketika ingin membangunnya.

E. Struktur Sel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains & teknologi, jenis-jenis teknologi *sel surya* pun berkembang dengan berbagai *inovasi*. Ada yang disebut *sel surya* generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan *struktur* atau bagian-bagian penyusun *sel* yang berbeda pula (Jenis-jenis *teknologi surya* akan dibahas di tulisan “*Sel Surya : Jenis-jenis teknologi*”). Dalam tulisan ini akan dibahas *struktur* dan cara kerja dari *sel surya* yang umum berada dipasaran saat ini yaitu *sel surya* berbasis *material silikon* yang juga secara umum mencakup *struktur* dan cara kerja *sel surya* generasi pertama (*sel surya silikon*) dan kedua (*thin film/lapisan tipis*).



Gambar 2.4 Struktur sel surya menggunakan material silikon .

Gambar diatas menunjukkan ilustrasi *sel surya* dan juga bagian-bagiannya.

Secara umum terdiri dari :

1. Substrat/Metal Backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktivitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan flourine doped tin oxide (FTO).

2. Material Semikonduktor

Elektron pada pita terluar dari sebuah atom menentukan bagaimana sebuah atom akan bereaksi atau bergabung dengan atom tetangga, pita terluar disebut pita valensi. Beberapa elektron pada pita valensi dapat melompat ke pita yang lebih tinggi dan jauh terpisah dari inti. Elektron tersebut bertanggung jawab untuk konduksi panas dan listrik, dan pita terluar ini disebut pita konduksi. Perbedaan energi dari sebuah elektron pada pita valensi dan sub kulit terdalam pita konduksi disebut celah pita.

Silikon memiliki empat elektron pada pita valensi. Atom silikon murni membentuk struktur yang stabil dan masing-masing atom berbagi dua elektron dengan setiap atom disekitarnya. Jika fosfor yang memiliki lima elektron valensi (satu lebih banyak dari Si), digunakan sebagai campuran dalam silikon maka material yang dibentuk akan memiliki kelebihan elektron meskipun netral. Bahan yang didoping seperti ini disebut silikon tipe n. Jika silikon didoping (dicampur)

dengan boron, yang memiliki tiga elektron valensi (satu lebih sedikit dari Si), maka ada lubang positif (hilang elektron) dalam strukturnya, meskipun material yang didoping adalah netral. Materi tersebut disebut silikon tipe-p. Dengan demikian, semikonduktor tipe n dan p memudahkan elektron dan lubang untuk bergerak di semikonduktor.

3. Kontak Metal / Contact Grid

Selain substrat sebagai kontak positif, di atas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan Anti Reflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besaran indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

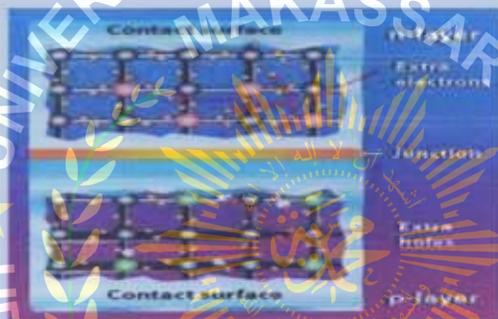
5. Enkapsulasi / Cover Glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

F. Cara Kerja Sel Surya

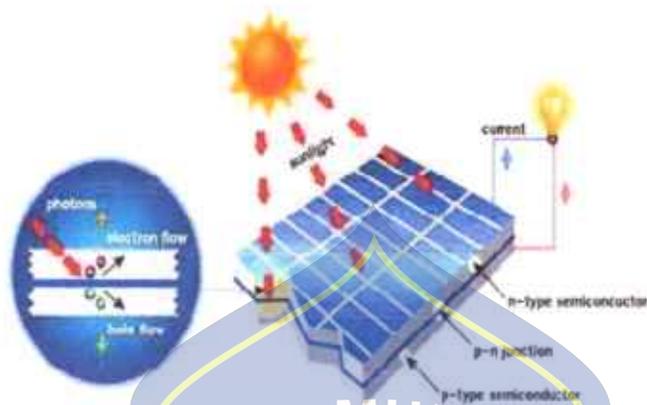
Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip *p-n junction*, yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun

dasar. *Semikonduktor tipe-n* mempunyai kelebihan *elektron* (*muatan negatif*) sedangkan *semikonduktor tipe-p* mempunyai kelebihan *hole* (*muatan positif*) dalam *struktur* atomnya. Kondisi kelebihan *elektron* dan *hole* tersebut bisa terjadi dengan mendoping *material* dengan atom dopant. *silikon* didoping oleh *atom boron*, sedangkan untuk mendapatkan *material silikon tipe-n*, *silikon* didoping oleh *atom fosfor*. Ilustrasi dibawah menggambarkan *junction semikonduktor tipe-p* dan *tipe-n*.



Gambar 2.5 *Junction* antara *semikonduktor tipe-p* (kelebihan *hole*) dan *tipe-n* (kelebihan *elektron*).

Peran dari *p-n junction* ini adalah untuk membentuk medan *listrik* sehingga *elektron* bisa diekstrak oleh *material kontak* untuk menghasilkan *listrik*. Ketika *semikonduktor tipe-p* dan *tipe-n* terkontak, maka kelebihan *elektron* akan bergerak dari *semikonduktor tipe-n* ke *tipe-p* sehingga membentuk kutub positif pada *semikonduktor tipe-n*, dan sebaliknya kutub negatif pada *semikonduktor tipe-p*. Akibat dari aliran *elektron* dan *hole* ini maka terbentuk medan *listrik* yang mana ketika cahaya *matahari* mengenai susuna *p-n junction* ini maka akan mendorong *elektron* bergerak dari *semikonduktor* menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai *listrik*, dan sebaliknya *hole* bergerak menuju kontak positif menunggu *elektron* datang, seperti diilustrasikan dibawah.



Gambar 2.6 Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip *p-n junction*.

G. Distribusi Energi Listrik dari Solar cell ke Baterai

Solar cell merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang tidak menghasilkan polusi sehingga ramah lingkungan, selain itu tidak menghasilkan suara yang bising, dan tahan lama. Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa *solar cell* sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk pada permukaannya.

Yang terjadi adalah bahwa daya yang disuplai oleh *solar cell* ini berubah-ubah dan tidak stabil tergantung kondisi penyinaran saat itu, sehingga apabila *solar cell* ini dihubungkan secara langsung ke beban, maka dapat merusak beban tersebut. Solusinya adalah dengan menggunakan sistem penyimpanan energi yang menyimpan energi listrik tersebut untuk kemudian disambungkan ke beban, sehingga apabila kondisi penyinaran matahari dalam keadaan mendung, dari sistem penyimpanan energi tersebut masih dapat menyuplai beban secara stabil.

Sistem penyimpanan energi yang sering digunakan adalah baterai accumulator. *Solar cell* yang memiliki nominal tegangan 12 V, biasanya dapat menghasilkan tegangan yang berubah dari 8 - 20 V, sedangkan baterai yang

digunakan mempunyai tegangan nominal 12 V. Adanya perbedaan antara tegangan keluaran dari *solar cell* dan *baterai* tentu saja memiliki dampak, yaitu kerusakan pada *baterai* yang berakibat akan mengurangi lifetime dari *baterai*. Olehkarena dibutuhkan regulator tegangan yang mengubah tegangan *solar cell* tersebut ke 12 V. Regulator ini selain berfungsi sebagai regulator tegangan, juga harus mempunyai fungsi sebagai dioda proteksi, sehingga hanya melewatkan arus yang menuju *baterai* dan tidak ada arus balik ke *solar cell*. Apabila sore, dengan tidak adanya penyinaran dari matahari, tegangan dari *solar cell* bisa lebih kecil dari *baterai* yang memungkinkan adanya arus balik dari *baterai* ke *solar cell*, tapi dengan adanya dioda proteksi ini hal tersebut tidak terjadi.

H. Proses Penyerapan dan Penyuplaian Energi Matahari

Energi listrik yang disuplai ke *baterai* dapat langsung digunakan oleh motor dikarenakan energi yang tersimpan adalah dalam bentuk arus DC (*Direct Current* /Arus Searah) dan motor yg digunakan adalah motor DC.



Gambar 2.7 Sistem kerja panel surya

I. Komponen Kerja Alat

1. Modul surya (*polycrystalline*)

Modul surya (polycrystalline) adalah sejumlah *sel surya* yang dirangkai secara seri dan paralel, biasanya terdiri dari 28-36 *sel* untuk meningkatkan tegangan dan *arus* yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian *sistem* *catu daya* beban. Untuk mendapatkan keluaran *energi listrik* yang maksimum maka permukaan *modul surya* harus selalu mengarah ke *matahari*. *Komponen* utama *sistem surya photovoltaic* adalah *modul* yang merupakan unit rakitan beberapa *sel surya photovoltaic*. *Modul photovoltaic kristal* dapat dibuat dengan *teknologi* yang relatif sederhana, sedangkan untuk membuat *sel photovoltaic* diperlukan *teknologi* tinggi.



Gambar 2.8 Modul Cell Surya Polycrystalline

Panel Surya 20 WP Polycrystalline adalah *Modul Solar Cell* dengan *efisiensi* terbaik, menggunakan *sel surya* dengan lapisan SiN yang memberikan solusi kebutuhan *listrik* pedesaan bahkan perkotaan untuk solusi penghematan *energi listrik* dan aplikasi lainnya seperti *Solar Home System*, *Pompa Air Tenaga Surya* atau juga *PLTS Terpusat*. *Modul Solar Cell 20 WP* menawarkan peningkatan *efisiensi* melalui penggunaan *sel Polycrystalline* terbaru, sehingga ideal untuk

aplikasi pengisian *daya baterai*. Hal ini terbukti kinerja pada suhu tinggi dan desain yang kuat yang membuat produk tahan lama di lapangan dan mudah untuk pemasangan. (*Solar Cell Surabaya, n.d.*)

Tabel 2.2 *Spesifikasi Panel Surya Polycrystalline 20 WP*

<i>Spesifikasi</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Tenaga maksimal (Pmax)</i>	20WP
<i>Tegangan maksimal (Vmp)</i>	17.6 V
<i>Arus maksimal (Imp)</i>	1.16 A
<i>Tegangan circuit terbuka (Voc)</i>	22.0 V
<i>Hubungan arus pendek (Isc)</i>	1.21 A
<i>Suhu nominal operasi sel (NOCT)</i>	-45±80°C
<i>Tegangan maksimal system</i>	700 V
<i>Berat</i>	2.0 Kg
<i>Ukuran</i>	435x356x17 mm

2. *Solar Charger Controller*

Charge controller adalah peralatan *elektronika* yang digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk pengisian *daya baterai*, menyimpan cadangan *energi listrik*. *Charge controller* juga bisa membatasi besarnya aliran listrik yang dihasilkan oleh panel surya (*photovoltaic*) yang secara umum berkisar 12 V DC keatas. *Charge controller* juga berfungsi sebagai Pengendalian proses pengisian *daya baterai* dengan membuka aliran listrik ketika *baterai* sudah kekurangan *daya* dan menutup aliran listrik kembali saat *daya baterai* sudah terisi dengan penuh, sehingga proses ini akan menjaga kualitas atau ketahanan *baterai* yang digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dari pengisian *daya* yang berlebihan. (*Prasetyo, Yuniarti, & Prianto, 2018*)



Gambar 2.9 Solar Charger Controller (Goodstuff, n.d.)

3. Baterai

Baterai adalah suatu proses yang dapat menyimpan dan melepaskan energi listrik. Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya mendapatkan sumber energi dari proses perubahan sinar matahari menjadi energi listrik yang terjadi dipanel surya (photovoltaic). Pembangkit Listrik Tenaga Surya akan bekerja ketika panel surya menerima sinar matahari, hal ini menjadi kendala ketika sinar matahari sebagai sumber energi pada malam hari sudah tidak tersedia. Hal ini dapat diatasi ketika pada siang hari maka listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan disimpan pada baterai menggunakan Charge Controller, dan ketika malam hari energi yang disimpan pada baterai dapat digunakan. (Mahardika, Wijaya, & Rinas, 2016)



Gambar 2.10 Baterai 12V 3.5 Ah (Admin Tsmdotcom, 2017)

4. Relay

Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi *ON* ke *OFF* atau sebaliknya dengan memanfaatkan *tenaga listrik*. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi *listrik*. Perbedaan yang paling mendasar antara *relay* dan *sakelar* adalah pada saat pemindahan dari posisi *ON* ke *OFF*. *Relay* melakukan pemindahannya secara *otomatis* dengan *arus listrik*, sedangkan *sakelar* dilakukan dengan cara *manual*.



Gambar 2.11 Relay

5. Water Pump

Water Pump atau pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi. Pada dasarnya *water pump* sama dengan *motor DC* pada umumnya, hanya saja sudah di-packing sedemikian rupa sehingga dapat digunakan di dalam air.



Gambar 2.12 Water Pump

6. Sensor Infrared

Infrared (IR) detektor atau *sensor infra merah* adalah *komponen elektronika* yang dapat mengidentifikasi cahaya *infra merah (infrared, IR)*. *Sensor infra merah* atau *detektor infra merah* saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. *IR Detector Photomodules* merupakan sebuah chip detektor *inframerah* digital yang di dalamnya terdapat *fotodiode* dan penguat (*amplifier*).

Bentuk dan Konfigurasi Pin *IR Detector Photomodules TSOP* Konfigurasi pin *infrared (IR) receiver* atau penerima *infra merah* tipe *TSOP* adalah *output (Out)*, *Vs (VCC +5 volt DC)*, dan *Ground (GND)*. *Sensor penerima inframerah TSOP (TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules)* memiliki fitur-fitur utama yaitu *fotodiode* dan penguat dalam satu *chip*, keluaran aktif rendah, konsumsi *daya* rendah, dan mendukung *logika TTL* dan *CMOS*. *Detektor infra merah* atau *sensor inframerah* jenis *TSOP (TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules)* adalah penerima *inframerah* yang telah dilengkapi *filter frekuensi 30-56 kHz*, sehingga penerima langsung mengubah

frekuensi tersebut menjadi logika 0 dan 1. Jika detektor *inframerah* (TSOP) menerima *frekuensi carrier* tersebut, maka *pin* keluarannya akan berlogika 0. Sebaliknya, jika tidak menerima *frekuensi carrier* tersebut, maka keluaran *detektor inframerah* (TSOP) akan berlogika 1.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Perancangan dan penelitian akan di laksanakan.

2. Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan di TK Aiyiyah Bustanul Athfal II Paropo di Jln. Babussalam IV no. 16 Paropo Kec. Panakukkang Kota Makassar.

B. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam perancangan *westafel otomatis bertenaga surya* ini dapat diperhatikan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam perancangan

No	ALAT	
1	<i>Westafel</i>	1
2	Gurinda	1
3	Las	1
4	Aluminium Batangan	4
5	Bor Listrik	1
6	Solder	1
7	Obeng	1
8	Tang	1
9	Meteran	1
10	Spray Gun	1

Tabel 3.2 *Bahan* yang digunakan dalam perancangan

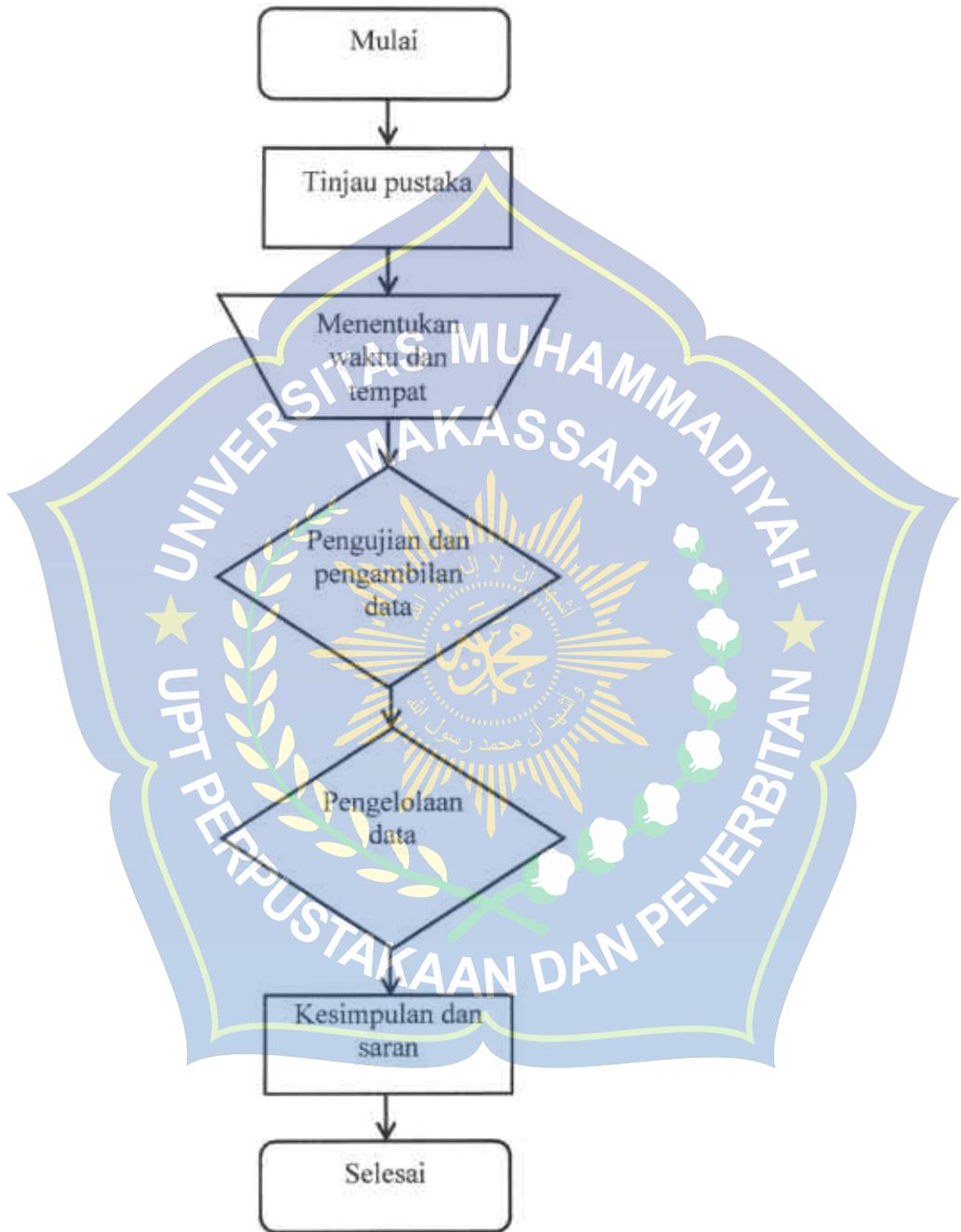
No	BAHAN	
1	<i>Panel Surya 20 WP</i>	1
2	<i>Solar Charger Controller 12V</i>	1
3	<i>Aki/Baterei 12V</i>	1
4	<i>Sensor Infrared E18-D80NK 5V</i>	1
5	<i>Water Pump 12V</i>	1
6	<i>Relay 5V</i>	1
7	<i>Kabel Jumper</i>	4
8	<i>Kabel Penghubung</i>	6 Meter

C. Metode

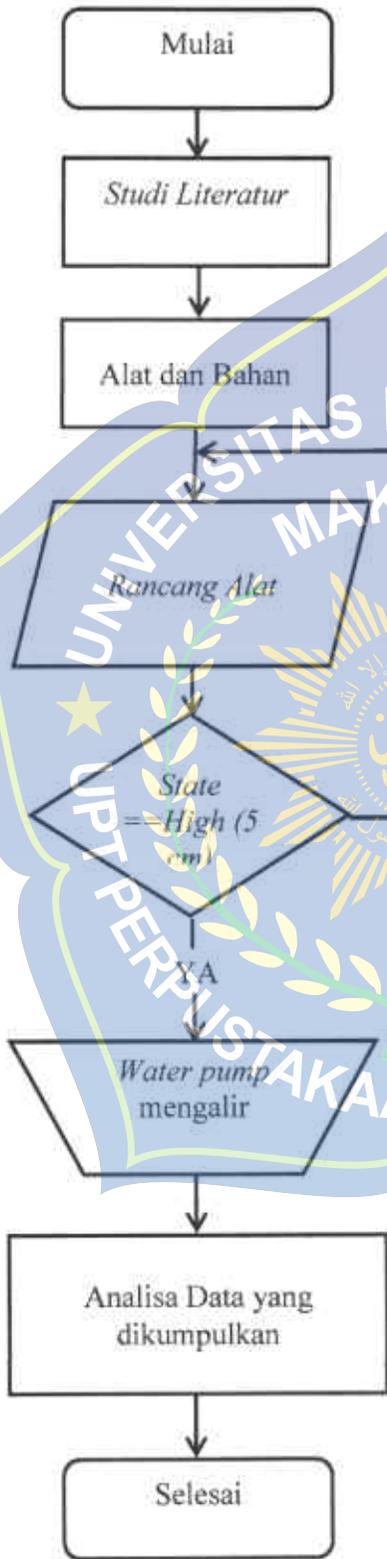
Metode yang digunakan peneliti adalah metode eksperimen yakni studi literatur, dimana dalam pemanfaatan *energi listrik panel surya* pada *westafel* ada beberapa proses yang dilakukan, antara lain :

1. Bagaimana cara proses *konversi sinar matahari* sehingga dapat menghasilkan *energi listrik*.
2. Mencari studi lapangan tentang bagaimana proses yang terjadi dalam pemanfaatan *energi sinar matahari* untuk menghasilkan *energi listrik* sehingga dapat dimanfaatkan pada alat *westafel*.
3. Kapasitas *energi listrik* yang dapat dihasilkan dengan pemanfaatan *sinar matahari*.

Metodologi yang digunakan dalam pemanfaatan *energi listrik panel surya* pada *westafel* dapat ditinjau dari bentuk flowchart pada gambar 3.1 dan 3.2



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.2 Flowchat Alat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Energi Listrik Tenaga Surya ke Westafel

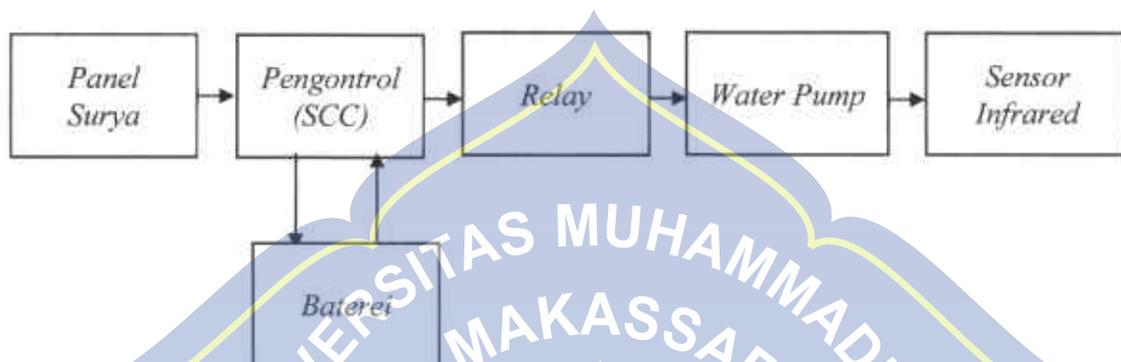
Pada awal penelitian ini membahas bagaimana cara proses pemanfaatan sinar matahari agar dapat menghasilkan energi listrik supaya dapat dimanfaatkan pada alat *westafel*, adapun proses yang akan dibahas dapat dilihat seperti pada gambar dibawah.



Gambar 4.1 Skema perancangan

1. Radiasi yang dihasilkan sinar matahari ditangkap oleh modul panel surya (fotovoltaic).
2. Selanjutnya modul panel surya akan mengasilkan arus DC yang dikontrol oleh charge controller untuk disimpan ke baterai.
3. Arus yang masuk ke baterai bisa digunakan untuk beban yang menggunakan arus DC.
4. Kemudian arus DC dihubungkan ke relay untuk mengaktifkan alat *westafel*.

5. Ketika *relay* diaktifkan maka *water pump* akan mengalirkan air yang didalam penampungan *mengalir* dari bawah keatas yang bisa dimanfaatkan langsung oleh *sensor infrared*.



Gambar 4.2 Block Diagram

B. Kapasitas kebutuhan Energi Listrik

1. Daya Energi Listrik Yang Dibutuhkan Water Pump

Tabel 4.1 Kebutuhan Pemakaian Energi Listrik Water Pump

Beban Listrik	Unit	Spesifikasi (Watt)	Total Pemakaian/Perhari (Jam)	Jumlah (Wh)
Water Pump	1 Unit	22 Watt	12 Jam	264 Wh

Pada *panel surya* akan ada *daya* yang hilang tergantung dari jenis dan kualitas *panel surya* tersebut, untuk menstabilkan kebutuhan pasokan pemakaian listrik tidak kurang dari kebutuhan amannya, maka total *daya* perhari dikalikan dengan 0,13 = 13%. Nilai ini yang harus dihasilkan oleh *panel surya*. (TEKNIK, 2013)

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai aman yang dihasilkan panel surya} &= \text{Jumlah pemakaian} \times 0,13 \\
 &= 264 \times 0,13 \\
 &= 34,32 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Kebutuhan *Panel Surya*

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Panel Surya} &= \frac{\text{Total Daya Yang dipakai}}{\text{Efisiensi sinar matahari yang diterima panel surya}} \\ &= \frac{34,32 \text{ watt}}{22 \text{ Jam}} = 1,56 \text{ WP} \end{aligned}$$

Dari data diatas, kita dapat memakai *Panel Surya* dengan ukuran :

$$1 \text{ panel surya} = 20 \text{ WP}$$

$$\text{Jumlah Unit Yang Diperlukan} = \frac{1,56 \text{ WP}}{20 \text{ WP}} = 0,078 = 1 \text{ Unit}$$

Maka, *modul* yang diperlukan sebanyak 1 Unit dengan ukuran 20 WP.

3. Kapasitas keperluan *Charge Controller*

Untuk mengetahui kapasitas yang diperlukan *charge controller* harus mengetahui karakteristik dan *spesifikasi* dari *panel surya* yang digunakan :

$$P_{\max} = \text{Daya maks sebuah modul (W)}$$

$$= 20 \text{ W}$$

$$V_{\text{mp}} = \text{Tegangan maksimum yang dihasilkan sebuah panel surya (V)}$$

$$= 17,6 \text{ V}$$

$$I_{\text{mp}} = \text{Arus maksimum yang dihasilkan panel surya (A)}$$

$$= 1,16 \text{ A}$$

$$V_{\text{oc}} = \text{Tegangan Hubung Terbuka (V)}$$

$$= 22,0 \text{ V}$$

$$I_{\text{sc}} = \text{Arus Hubung Terbuka (V)}$$

$$= 1,21 \text{ A}$$

Maka, *daya charge controller* yang dibutuhkan adalah :

$$= \text{Jumlah panel surya} \times I_{sc}$$

$$= 1 \times 1,21$$

$$= 1,21 \text{ A}$$

Jadi, alat pengisian *controller baterai* harus dipakai adalah dengan rating tidak boleh dibawah $1,21 \text{ A} = 10 \text{ A}$.

4. Jumlah Kebutuhan *Baterai*

Pembangkit *Listrik Tenaga Surya* membutuhkan *baterai* untuk menyimpan *arus listrik*, untuk menentukan *baterai* yang digunakan berdasarkan tegangan dalam satuan Volt dan *Daya* dalam satuan Ampere jam (Ah). Biasanya *baterai* yang digunakan dengan kapasitas *daya* 12 atau 24 volt.

Kebutuhan *baterai* harus mempertimbangkan efisiensi hari bersinarnya *matahari* atau dimana *matahari* tidak bersinar maksimal karena pengaruh dari kondisi cuaca dihari tertentu, agar *sistem* tetap aktif walaupun terjadi pengaruh cuaca yang kurang baik sehingga *panel surya* tidak bisa mengkonversi sinar *matahari* adalah selama 3 hari. Karena kebutuhan *daya* perhari harus dikalikan dengan 3, dan juga harus memperhitungkan faktor *efisiensi baterai* pada saat pemakaian *baterai* tidak boleh sampai habis total. (TEKNIK, 2013)

Kapasitas *baterai* yang digunakan 12 Volt 3.5 Ah

$$\text{Voltage} = 12$$

$$\text{Ah} = 3.5$$

$$\text{faktor efisiensi} = 85 \%$$

$DOD = \text{Jumlah energi yang digunakan / dilepaskan baterai} = 40 \%$

$SOC = \text{Jumlah energi yang yg tertinggal di baterai} = 60 \%$

Tabel 4.2 *State Of Chare Pada baterai (ElectricScooterPart.com, 2021)*

12 Volt AGM Battery State of Charge	
Level	Voltage
100 %	13,00
90 %	12,75
80 %	12,50
70 %	12,30
60 %	12,15
50 %	12,05
40 %	11,95
30 %	11,81
20 %	11,66
10 %	11,51
0 %	10,50

Maka :

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Nilai aman sel surya}}{(0,6 \times 0,85 \times 12)} = \frac{34,32}{(0,6 \times 0,85 \times 12)} = \frac{34,32}{6,12} = 5,607$$

Kapasitas *baterai* yang digunakan 12 Volt 3.5 Ah

Maka, Total *baterai* yang dibutuhkan penyimpanan *energi* yang dihasilkan:

$$= \frac{5,607}{3,5} = 1,602 = 2 \text{ Unit Baterai}$$

5. Pengujian Relay

Tujuan dari pengujian ini untuk mengukur *arus* dan tegangan *relay* pada saat *ON* maupun *OFF*. Dapat diketahui bahwa pada saat *relay* belum diberi *daya* atau masih dalam status Low maka *relay* belum aktif sedangkan ketika rangkaian *relay* diberi *daya* atau dalam status High maka *relay* akan aktif.

Tabel 4.3 Pengujian *Relay*

Input Tegangan	Kondisi	Output
0 Volt	OFF	Arus DC Terputus
12 Volt	ON	Arus DC Terhubung

6. Pengujian *Sensor Infrared* dan *Water Pump*

Tahap pengujian ini merupakan hal yang dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat telah berjalan dengan lancar dan telah sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 4.4 Pengujian *Sensor Infrared* dan *Water Pump*

<i>Sensor Infrared</i> (Jarak dengan objek)	Waktu (t)	<i>Water Pump</i>
2 cm	1	ON
6 cm	1	ON
12 cm	1	ON
16 cm	0	OFF
18 cm	0	OFF

Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa alat *westafel otomatis* menggunakan *sensor infrared* bekerja secara *otomatis* ketika *sensor infrared* mendeteksi adanya tangan atau objek didepannya pada jarak maksimal 12 cm maka alat akan menggerakkan *water pump* sehingga dapat mengeluarkan air dalam waktu 1 detik. Keran akan berhenti mengeluarkan air ketika objek sejauh 16 cm atau tangan telah tidak terdeteksi lagi didepan *sensor infrared*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil dari perancangan pemanfaatan *energi listrik tenaga surya* pada *westafel* dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yakni sebagai berikut :

1. Pemanfaatan *energi listrik tenaga surya* pada *westafel* dihasilkan melalui *sinar matahari* kemudian masuk ke *modul panel surya (fotovoltaic)*, selanjutnya *modul panel surya* akan menghasilkan *arus DC* yang dikontrol oleh *charger controller* untuk disimpan ke *baterei*, kemudian *arus DC* yang masuk ke *baterei* bisa digunakan untuk alat *westafel*.
2. *Westafel* bekerja menggunakan *water pump* dan *sensor infrared* ketika *sensor infrared* mendeteksi adanya tangan atau objek didepannya pada jarak maksimal 12 cm maka *sensor infrared* akan menggerakkan *water pump* untuk mengeluarkan air dalam waktu 1 detik.

B. Saran

1. Alat yang dibuat dalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, baik secara fisik maupun pada *sistem* kerjanya.
2. Lakukan penambahan *panel surya* yang dirangkai secara seri agar *daya* yang dihasilkan lebih besar, sehingga *solar cell* dapat melakukan pengisian *daya baterai* lebih cepat dan bekerja lebih tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel "Data Sheet 8-bit AVR Mikrokontroler ATmega16", Atmel Corporation, 2002.
- Alam Endah. 2014. *Energi terbarukan* <http://alamendah.org/2014/09/09/8-sumber-energi-terbarukan-di-indonesia/2/>. diakses pada 2 Maret 2016
- Asis, N. Arsyad, and Studi, "RANCANG BANGUN WASTAFEL PORTABEL OTOMATIS BERTENAGA SURYA," vol. 3, no. September, pp. 78–87, 2015, doi: 10.31962/jiitr.v3i2.52
- AdminTsmidotcom. (2017). *Baterai VRLA Gel Storage 12V 150Ah*. Retrieved July 4, 2021, from www.panelsuryajakarta.com website: <https://www.tenagasuryamurah.com/author/adminTsmidotcom/>
- Battery and energy Technologies. 2005.
- Blocher, Richard, Dipl., Phys. 2004. *Dasar Elektronika*. Jogjakarta: Penerbit Andi.
- Christiana Honsberg & Stuart Bowden. "Photovoltaic: Devices, Systems, and Application" *PVCDROM Beta of the 2nd Edition*
- Efficiency of the Single Crystal Silicon Solar Cells. Thailand: Thaksin University.
- ElectricScooterPart.com. (2021). *Battery State of Charge Chart*. Retrieved July 4, 2021, from <https://www.electricscooterparts.com/battery-state-of-charge-chart-and-information.html>
- E. S. H. Lintang Anugerah Putra Yusya, Azizul Hakim, "„Smart Wijk” Pembuatan Alat Tempam Cuci Tangan Otomatis Guna Pencegahan Penyebaran Virus Corona Di Pasar Wongsorejo Kecamatan Wongsorejo," vol. 6, no. 3, pp. 129– 136, 2020.
- Goodstuff. (n.d.). *PWM Solar Charge Controller 10A 12V 24V DC DIY Panel Surya PLTS USB*. Retrieved June 19, 2021, from <https://lite.shopee.co.id/PWM-Solar-Charge-Controller-10A-12V-24V-DC-DIY-Panel-Surya-PLTS>.
- L. Otong, J., As Natio, "Optimasi Perancangan Sistem Solar Cell Sebagai Sumber Energi Untuk Penggerak Pompa Air Di Daerah Pertanian Desa Karang Sari Kecamatan," J. Ilm. TEKNOBIZ, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2018.

- Mahardika, I. G. N. A., Wijaya, I. W. A., & Rinas, I. W. (2016). Rancang Bangun *Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber Plts*. 3(1), 26–32.
- Nazif, H. (2019). Pengembangan Model dan Simulasi Inverter Satu Fasa Pada Pembangkit *Listrik Tenaga Surya* DENGAN Metode Kontrol *Arus Ramp Comparison Current Control*. XIII(5), 37–48.
- Prasetyo, K. A., Yuniarti, N., & Prianto, E. (2018). Pengembangan Alat Control Charging *Panel Surya* Menggunakan Aduino Nano Untuk Sepeda *Listrik Niaga*. 2(1), 50–58.
- Putra, S., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan Pembangkit *Listrik Tenaga Surya* Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal. 23.1-23.7.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). Analisis Desain *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. 37(2), 59–63. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37n2.9011>
- Rif'an, M., Hp, S., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & S., F. (2012). Optimasi Pemanfaatan *Energi Listrik Tenaga Matahari* di Jurusan Teknik Elektro Universitas. 6(1), 44–48.
- Retto and R. S. Waremra, "Pompa Air Bertenaga *Energi Matahari (Solar Cell)* Untuk Pengairan Sawah." *Musamus J. Sci. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 046–052, 2019, doi: 10.35724/mjose.v1i2.1451.
- SOLAR CELL SURABAYA. (n.d.). *Solar panel cell surya modul Grade A Zanetta Lighting 100Wp Poly*. Retrieved June 19, 2021, from <https://www.tokopedia.com/solarcellsby/solar-panel-cell-surya-modul-grade-a-zanetta-lighting-20wp>.
- TEKNIK, P. C. I. (2013). Kalkulasi. Retrieved June 17, 2021, from <https://solarpanelindonesia.wordpress.com> website: <https://solarpanelindonesia.wordpress.com/kalkulasi/>
- Tuantong, T., Choosiri, N., & Kongrat, P. Effect of Physical Properties on the
- T. Watkins et al., "Insulated *Solar Electric Cooking – Tomorrow's healthy affordable stoves?*," *Dev. Eng.*, vol. 2, no. September 2016, pp. 47–52, 2017, doi: 10.1016/j.deveng.2017.01.001.
- Wikipedia. 2016. *Energi listrik*. https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_listrik. diakses pada 29 Februari 2016.

Yamato, K. R. (2012). 07 PLTS-Solar-Energi [12 b]. Retrieved June 17, 2017, from www.slideshare.net website: <https://www.slideshare.net/7779/07-pltssolarenergi-12-b>

Z. Iqtimal and I. Devi, "Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 1-8, 2018.



LAMPIRAN

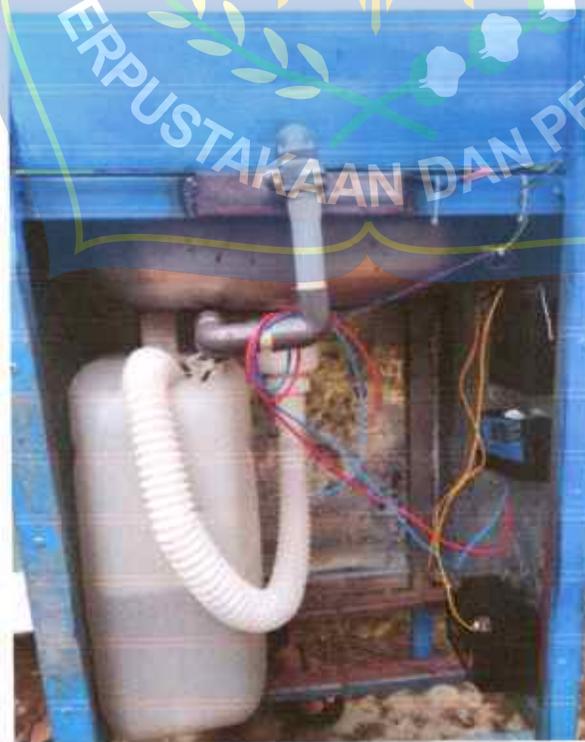
Lokasi penelitian



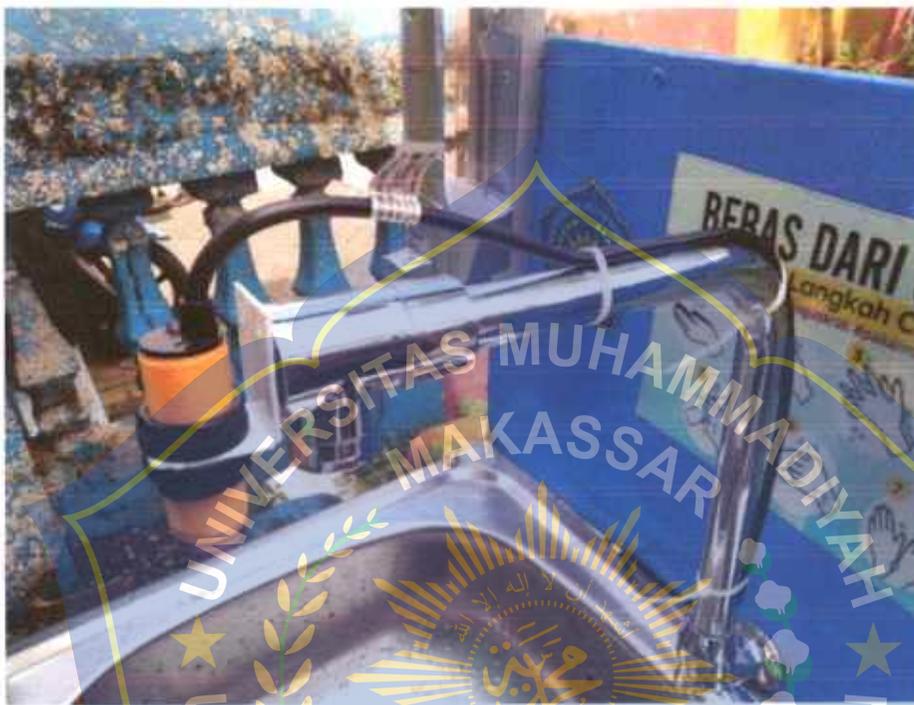
Tampilan depan *Westafel*



Tampilan belakang *Westafel*



Sensor infrared



Relay



Panel Surya



Baterai dan Solar Charger Controller



