

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK
PENGERING PADI BERBASIS RICE COOKER MACHINE**



DISUSUN OLEH

AKMAL

10582 1525 15

SYAHYUDDIN

10582 1535 15

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK
PENGERING PADI BERBASISKAN *RICE COOKER MACHINE***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

AKMAL

10582 1525 15

SYAHYUDDIN

10582 1535 15

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020

03/02/2020

1 exp
Sub. Alumni

R/002/ELT/2020

AKM

P¹



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: elektroft@unismuh.ac.id

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.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 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PENDINGIN PADI BERBASIS RICE COOKET MACHINE**

Nama : 1. Akmal
2. Syahyuddin

Stambuk : 1. 105 82 1525 15
2. 105 82 1535 15

Makassar, 20 Januari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Adriani, S.T., M.T

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T

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: www.unismuh.ac.id, e_mail: elektroft@unismuh.ac.id

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Akmal** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1525 15 dan **Syahyuddin** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1535 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 18 Januari 2020.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 25 Jumadil Awal 1441 H
20 Januari 2020 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua : Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

b. Sekertaris : Suryani, S.T., M.T

3. Anggota

: 1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

2. H. Antarissubhi, S.T., M.T

3. Rahmania, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Pembimbing II

Adriani, S.T., M.T

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamulaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Hidayahnyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir ini adalah Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk pengering padi berbasis *Rice Cooker Machine*

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sebab itu penulis sebagai manusia biasa tidak lupuk dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi teknik penulisan maupun dari segi perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan lapang dada atas segala koreksi serta perbaikan guna menyempurnakan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat buat kita semua.

Skripsi ini telah kami susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga memperlancar penyusunannya. Oleh karena itu, kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah

memberikan kontribusinya selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung hingga pengujinya , terutama kepada:

1. Allah SWT Tuhan semesta alam yang senantiasa melimpahkan rahmat-nya yang seluas langit dan bumi kepada penyusun .
2. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T sebagai pembimbing 1 dan Ibu Adriani, S.T.,M.T sebagai pembimbing 2 ,yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan kesempatannya untuk memberikan arahan, petunjuk dan bimbingannya selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir.Hamzah Ali Imran, S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Amrullah Mansida, S.T.,M.T ,selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik.
5. Ibu Adriani, S.T.,M.T, selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Elektro
6. Bapak Prof. Dr. H. Abd Rahman Rahim ,SE.,MM. Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Bapak dan Ibu Dosen yang telah banyak memberikan bekal ilmu yang tidak terbatasi selama perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Seluruh staf dan karyawan se-Fakultas Teknik yang telah memberikan pelayanan yang maksimal dari awal semester hingga proses pembukuan skripsi ini.
9. Sahabat- sahabat seperjuangan Agus, Asdar, Imran, Illang, Caki, A.Wawan, Anca yang selalu memberikan semangat dan hiburan ketika penulis mengalami down saat penulisan skripsi ini.

10. Teman-Teman kelas angkatan 2015 Khususnya dan Teman-Teman REAKSI angkatan 2015 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar atas kebersamaannya selama ini.
11. Dan yang terakhir, Terspesial untuk kedua orang tua kami dirumah dan keluarga yang tak berhenti- hentinya memanjatkan do'a ,memberikan kasih sayang, motivasi dan berkorban baik dari segi moral dan materal dalam mendukung penyusun dalam menyelesaikan studi dengan baik di Universitas Muhammadiyah Makassar.

Terlepas dari itu semua , kami menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa serta tekhnik penyajian dalam skripsi ini.

Maka dari itu degan tangan terbuka kami menerima segala bentuk kritikan dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca agar dapat memotivasi kami kedepannya dalam penyesunannya lain yang lebih baik.

Akhirul kalam, semogga skripsi ini dapat membantu menambah khasanah ke-ilmuan yang bermanfaat bagi pembaca. Billahi fisabilhaq fastabiqul khaerat,Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Penyusun

Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pengering Padi Berbasis *Rice Cooker Machine*

Akmal¹, Syahyuddin²

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E-mail : akmalkarman813@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E-mail : Syahyuddink.fte@gmail.com

ABSTRAK

Masalah yang dibahas adalah Berapa lama proses pengeringan pada gabah basah menggunakan mesin pengering, memanfaatkan udara panas dari elemen mesin *rice cooker*.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain sistem energi listrik mandiri sebagai sumber energi untuk Oven pengering padi. Energi yang dihasilkan akan digunakan untuk beban pada mesin, penerangan, charger battery, dan sebagainya.

Sistem energi yang digunakan, menggunakan sistem pengering padi. Panel PLTS akan diletakan di atap ruang pengering sekaligus akan berfungsi sebagai bagian dari atap bangunan.

Penelitian ini dilakukan dengan metode ekspremental kemudian di analisa, setelah dilakukan uji performa model dengan system tanpa PLTS arus yang dihasilkan dalam waktu 10 (Arus PLN) sebanyak 2,48 A, setelah dilakukan uji performa model dengan menggunakan system PLTS arus yang dihasilkan tetap sama yaitu 2,48 A.

Dalam hasil Hasil penelitian suhu, Pada menit 0-10 suhu terus mengalami peningkatan hingga mencapai suhu 50°C, hingga pada menit ke- 15-20 suhu mengalami fluktuatif yaitu 58-62°C. Pada alat ini butuh waktu pengeringan selama 5-6 jam Semakin tinggi suhu udara pengering maka transfer panas dan massa antara udara dan gabah akan semakin besar dan akhirnya proses pengeringan akan lebih cepat.

Kata kunci : *Oven Pengering Padi, Energi Surya, Rice Cooker*

Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pengering Padi Berbasis *Rice Cooker Machine*

Akmal¹, Syahyuddin²

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E-mail : akmalkarman813@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E-mail : Syahyuddink.fte@gmail.com

ABSTRACT

The problem discussed is how long the process of drying wet rice using a drying machine, utilizing hot air from the elements of a rice cooker machine.

The research aims to design self-sustaining electric energy system as sources of energy for the rice storage oven. The energy output will be used to charge engines, deploy battery batteries, you name it.

The energy sistems that are used use the rice storage system. PLTS panels will be installed on the roof the dryer room while at the same time serving as part of bulding roof.

The study was conducted using foreign licensing methods and analized, after a system-wide model performance test with no current PLTS produced in 10 to 2.48 A, after the current model performance test using current PLTS produced the same as 2.48 A.

In the results temperature studies, at minute 0-10 temperatures continue to increase to a temperature of 50 changeable c, to date 15-20 temperatures experiencing 58-62 fluctuc. On this vessel it took nearly 5-6 hours, higher dryes,air temperature, and then the heat transfer of mass between air and grain would get bigger and eventually the drying process would be faster.

Keywords : Oven over rice driers, solar energy, rice cooker

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAN	ii
PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	3

BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Pendahuluan	5
B. Rice Cooker	6
C. Mesin pengering dengan memanfaatkan udara panas.....	8
D. Prinsi dasar dalam desain sistem fotovoltaiik	9
E. Pembangkit listrik tenaga surya.....	10
F. Sel surya	10
BAB III.....	17
METODE PENELITIAN.....	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
B. Data (parameter) dan Variabel penelitian	17
B. Alat dan Bahan.....	19
C. Skema Penelitian	20
C. Tahapan penelitian.....	20
D. Langkah – langkah penelitian	21
BAB IV	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk pengering padi berdasarkan <i>rice cooker machine</i>	22
B. Performa Model Sistem PLN dan PLTS	36
1. Sistem Tanpa PLTS Selama 10 Jam	36
2. Sistem Tanpa PLN Selama 10 Jam.....	37

3. Performasi PLTS	38
C. Hasil penelitian	40
BAB V.....	41
PENUTUP.....	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Padi	6
Gambar 2.2. Mesin pengering.	9
Gambar 2.3. <i>Struktur dari sel surya komrsial yang menggunakan material silicon sebagai semi konduktor</i>	12
Gambar 2.4. <i>Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole)</i>	15
Gambar 2.5. <i>Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction</i>	16
Gambar 3.1. Diagram balok skema penelitian.	20
Gambar 3.2. Langkah penelitian.	21
Gambar 4.1. Realisasi sistem pengering padi	22
Gambar 4.2. Desain skema PLTS pengering padi.....	23
Gambar 4.3. Panel surya	24
Gambar 4.4. Solar carger controler.	24
Gambar 4.5. Inverter	25
Gambar 4.6. Baterai (Aki).	25
Gambar 4.7. Model panel indikator	26
Gambar 4.8. Saklar inverter	26
Gambar 4.9. Saklar tukar	27
Gambar 4.10. Desain titik peletakan komponen	27
Gambar 4.11. Knfigurasi 67 panel surya parallel.....	32
Gambar 4.12. Deasain rangkaian 5 baterai secara parallel.	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.Data panel surya venus solar system vizer	18
Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam penelitian	19
Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalm penelitian	19
Tabel 4.1. Daya dan energi harian beban	28
Tabel 4.2. Arus PLN dan beban selama 1 hari dikondisikan tanpa PLTS.....	36
Tabel 4.3. Arus PLTS dan beban selama 1 hari dikondisikan tanpa PLN.....	37
Tabel 4.4. Pengukuran arus dan tegangan pengisian baterai	38

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

$P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ \text{C}}$	= daya pada saat
$P_{\text{MPP saat naik menjadi } t \text{ } ^\circ \text{C}}$	= daya keluaran maksimum panel surya
$P_{\text{WATT peak}}$	= Daya yang dibangkitkan (Wp)
P_{MPP}	= Daya maksimum keluaran (<i>output</i>) panel surya (W)
E_L	= pemakaian energi (Wh/hari)
G_{AV}	= insolasi harian matahari rata-rata (Wh/m ² /hari)
η_{PV}	= efisiensi panel surya.
TCF	= <i>Temperature Correction Inverter.</i>
η_{out}	= efisiensi inverter.
PSI	= (<i>Peak Solar Insolation</i>)
$\eta_{\text{P V}}$	= efisiensi panel surya.
(TCF)	= <i>Temperature Correction Factor</i>
Apm	= asumsi panas matahari

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matahari merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dan bersih. di Indonesia dikenal sebagai Negara tropis yang dapat memfunsikan energi matahari, di Indonesia garis geografisnya berbeda diatas garis khatulistiwa jadi di Indonesia sangat berpotensi memiliki energi surya yang cukup besar. Di Indonesia per harinya bisa memperoleh energi sebesar 4,8-6,0 kwh.

Energi iyalah suatu daya yang digunakan untuk metode kegiatan energi mekanik . Energi listrik yaitu energi yang mudah diubah kebentuk energi yang lain. Dan banyak peralatan sperti alat elektronik menggunakan arus listrik sebagai sumber energi.

Energi listrik adalah energi yang kita gunakan sehari-hari terutama apada alat-alat elektronik. Energi listrik adalah energi yang dapat diperbaharui (energi listrik PLN). Energi bahan bakar fosil yang semakin menipis, untuk itu kita harus menggukan energi matahari secara hemat dan efisien. Terutama untuk usaha sendiri. Negara Indonesia sebagian besar penduduknya banyak tinggal di pedesaan dan bekerja sebagai petani. Di Indonesia salah satu kebutuhan pokokya adalah beras dengan jumlah yang cukup melimpah dan mudah didapat. Oleh karena itu kami selaku mahasiswa yang akan mengangkat judul tentang **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pengering Padi Berbasiskan *Rice Cooker Machine*** untuk membatu mengurangi penggunaan

listrik dari PLN. Energy ini yang akan dikonversiakan kebentuk energy listrik dengan menggunakan *photovoltaic* (PV). Energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan pada pengering padi dan alat elktrik lainnya. Pemanfaatan tenaga surya kebentuk energi listrik tersebut sebagai system catu daya (langsung) dan pengisian baterai cadangan.

Untuk Memaksimalakan sitem *charging* sebuah system tambahan sangat diperlukan untuk membangun solar cell yang menghasilkan tegangan yang maksimal supaya menghasilkan *charging* untuk waktu yang lama.

B. Rumusan Masalah

Pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana desain system PLTS yang dapat diterapkan untuk memasok energi listrik pada Oven pengering Padi ?
2. Berapa lama proses pengeringan pada gabah basah menggunakan mesin pengering, memanfaatkan udara panas dari elemen mesin *rice cooker* ?

C. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tujuan yaitu :

1. Untuk mendesain dan merancang system PLTS yang dapat dikembangkan untuk memasok listrik pada pengering padi.
2. Untuk mengetahui lama proses pengeringan pada gabah basah menggunakan mesin pengering, memanfaatkan udara panas dari elemen mesin *rice cooker*.

D. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dibatasi hanya untuk mendesain dan merancang PLTS berbasis *Rice Cooker Machine* untuk pengering padi.
2. Penelitian ini dibatasi hanya untuk mengetahui besarnya daya baterai, intensitas cahaya, laju waktu pengisian baterai panel surya dan efisiensi dari panel surya dalam waktu satu hari beroperasi.

E. Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat dalam penelitian ini yaitu :

1. energi PLTS digunakan untuk memproduksi energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan peralatan.
2. Keuntungan *ekologis*, penggunaan PLTS memperlihatkan niat pemilik untuk berkontribusi dalam mengatasi permasalahan *ekologis*.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran umum dari keseluruhan penelitian ini, maka kami membuat dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, serta maksud dan tujuan dari penelitian yang dilakukan serta sistematika penulisan dari laporan hasil penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, dan gambar rangkaian penelitian, serta metode penelitian yang berisi langkah-langkah dalam proses melakukan penelitian.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari penelitian, alat dan perhitungan serta pembahasan terkait judul penelitian.

BAB V Penutup

Dalam bagian ini akan dibahas penjelasan atau kesimpulan dan saran akhir dari perakitan dan pengujian alat yang telah dilakukan.

Daftar Pustaka

Berisi tentang daftar referensi penulis dalam memilih teori yang relevan dengan judul penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris sebagian besar penduduknya tinggal di pedesaan dan bekerja sebagai petani. Sebagian masyarakat Indonesia masih mengkonsumsi beras sebagai makanan utama, jadi prioritas utama yang ditanam oleh petani yaitu padi. Beras merupakan kebutuhan pokok di Indonesia yang cukup melimpah dan mudah didapat. Untuk memenuhi kebutuhan akan makanan pokok yang baik, beras harus melalui beberapa proses. Ada beberapa tahap proses padi menjadi beras, diawali dari pemanenan lalu pemisahan batang dengan padi kemudian dikeringkan setelah padi kering bisa langsung dipabrik. Tiap tahapan ini berbeda penanganannya satu dengan lainnya. Setelah padi dipanen, Padi di pisahkan dari jerami dengan menggunakan mesin perontok. Padi yang di pisahkan dari jerami di kumpulkan kemudian di keringkan. Padi yang dikeringkan menentukan kualitas beras. Agar kadar air gabah sesuai dengan standar, terlebih dahulu gabah yang basah harus di keringkan untuk mencapai kadar basis kering 14%(Keputusan Bersama Kepala Badan Bimas Ketahanan Pangan No.04/SKB/BBKP/II/2002) untuk di proses secara lanjut. Gabah yang telah kering dapat disimpan atau langsung digiling untuk memisahkan beras dari sekam. Beras merupakan bentuk olahan yang dijual pada konsumen.



Gambar 2.1: Padi

B. Rice Cooker

Rice Cooker merupakan alat rumah tangga listrik yang berguna untuk memasak nasi.

Meskipun tujuan utama alat ini adalah untuk memasak nasi, tetapi dapat juga difungsikan untuk merebus air, sayuran, dan sebagainya. Adapun prinsip kerja dan komponen mesin *rice cooker* :

1. Prinsip kerja mesin *rice cooker*

Pada saat menanak nasi atau mengukus sayur, saklar akan terhubung dengan elemen pemanas utama, arus listrik langsung menuju ke elemen utama dan lampu *rice cooking* menyala. Pada saat nasi sudah matang maka *thermostat trip* atau magnet otomatis langsung menggerakkan tuas sehingga posisi saklar jadi berubah mengalirkan listrik menuju ke elemen penghangat nasi melewati *thermostat*. Pada saat suhu *thermostat* sudah maksimal arus yang menuju ke elemen penghangat akan terputus otomatis, begitu pula ketika suhu pada *thermostat* berkurang maka otomatis arus menuju elemen penghangat akan terhubung kembali secara otomatis, proses ini akan berlangsung secara terus menerus.

2. Komponen mesin *Rice cooker*

a. *Cast Heater*

Heater ini menyatu dengan logam. Menghasilkan daya 300-400 watt, tergantung jenis *Rice cooker*. Apabila kerusakan pada bagian ini, sudah tidak memungkinkan untuk diperbaiki.

b. *Mica heater / thermistor*

Heater jenis ini tertutup oleh semacam kertas (mica) yang berfungsi pada waktu *warming*. *Heater* berfungsi sebagai *termistor*, yaitu tahanan makin besar bila bertambah panasnya. Makin besar tahanan maka tegangan yang masuk pada *rice cooker* berkurang sehingga mengurangi daya panas yang dihasilkan heater. Sehingga mampu mengontrol panas *cooker* saat *warming* dan panasnya tetap di kisaran 70-80°C.

c. *Thermostat*.

Dalam *thermostat* juga terdapat magnet dan pegas, pada suhu ruang gaya magnet lebih besar dari gaya pegas. Bagian metal *thermostat* (bagian yang kontak langsung dengan panci tempat nasi) yang menyensor panas dari panci apakah panasnya sudah mencapai sekitar 134°C. Metal jika terkena panas maka daya magnet berkurang sehingga gaya pegas lebih besar dari gaya magnet. Akibatnya pegas terlepas dari magnet atau menjauh sehingga menekan tuas dan tuas menekan saklar.

d. *Thermal Fuse*

Thermal fuse berfungsi memutuskan arus apabila panasnya melebihi kewajaran akibat adanya kerusakan dari *rice cooker*.

e. Saklar

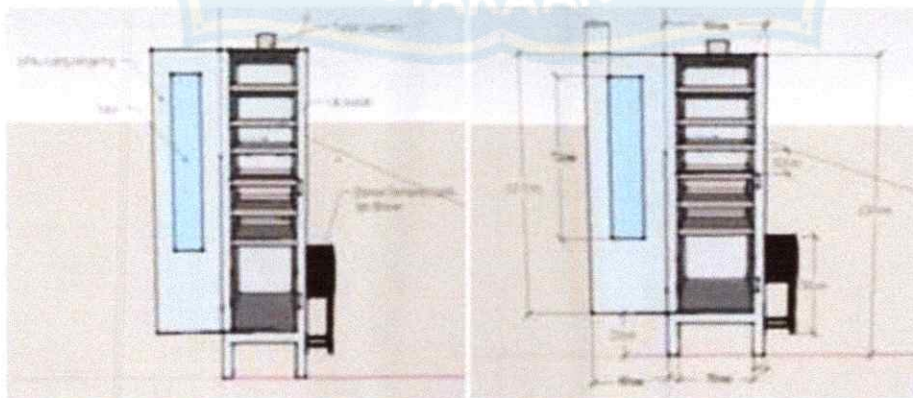
saklar berfungsi untuk memindah dari posisi *cooking* ke *warming* dan juga sebaliknya. Tombol saklar yang ditekan oleh tuas digerakkan otomatis oleh *thermostat* maupun secara manual melalui tombol panel.

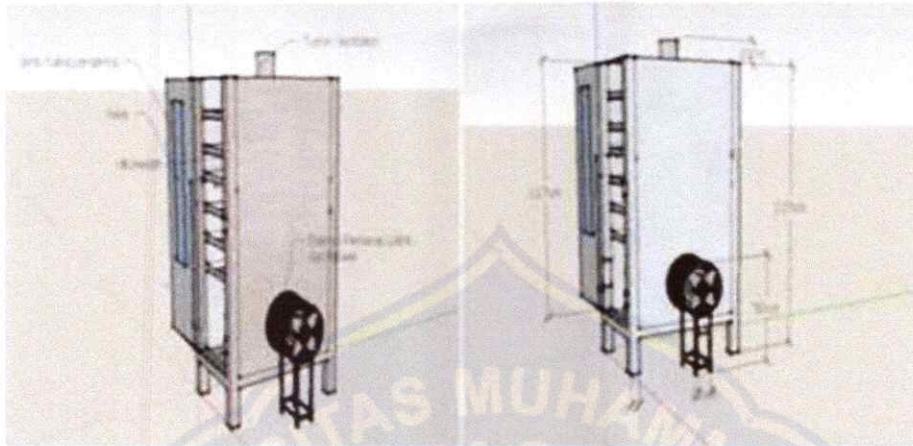
f. Panel led (lampu)

Terdiri led indikator untuk posisi *cooking* dan *warming*.

C. Mesin Pengering Dengan Memanfaatkan udara Panas

Bentuk penelitian ini adalah penelitian rekayasa/rancang bangun, pada penelitian ini dilakukan perancangan mesin pengering memanfaatkan udara panas dari elemen pemanas listrik, setelah perancangan selesai dilakukan uji coba untuk mengeringkan gabah basah kemudian dilakukan perhitungan laju pengeringan pada oven.





Gambar 2.2: Mesin Pengering

D. Prinsip Dasar dalam Desain Sitem *Fotovoltaik*

Menurut Davis (2001), Perhatian terhadap desain instalasi sangat penting, studi terbaru menemukan bahwa 10-20% instalasi PV baru memiliki masalah instalasi serius yang mengakibatkan penurunan kinerja secara signifikan. Dalam banyak kasus penurunan kinerja dapat dikurangi dengan memperhatikan prinsip dasar dalam mendesain sistem *fotovoltaik* sebagai berikut:

- a. Memilih sistem sesuai kebutuhan, termasuk berapa daya yang ingin dibangkitkan, biaya investasi awal, penyimpanan cadangan energi maupun ukuran (desain) *fotovoltaik*.
- b. Memastikan area instalasi sesuai dengan luas kebutuhan desain *fotovoltaik* yang diinginkan.
- c. Menentukan bahan dan peralatan yang tahan terhadap kondisi luar seperti matahari dan cuaca.
- d. Mencari lokasi instalasi yang meminimalkan terhalangnya sinar matahari langsung ke *array fotovoltaik* seperti gedung, pepohonan.

- e. Merancang sistem dengan meminimalkan kerugian listrik (*losses*) pada penggunaan kabel, *switch*, inverter, dll.
- f. Mempersiapkan tempat untuk mengelola sistem baterai sesuai kebutuhan yang diperlukan.
- g. Memastikan desain memenuhi persyaratan interkoneksi dengan jaringan listrik lokal.

E. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit yang merubah energi foton dari energi surya menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS pada dasarnya memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*Direct Current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*) apabila diperlukan. PLTS adalah pencatu daya dan dapat dirancang untuk kebutuhan listrik dari yang kecil sampai dengan yang besar, baik secara mandiri maupun hibrida.

F. Sel surya

sel surya merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Pada asalnya sel tersebut merupakan suatu diode semikonduktor yang bekerja menurut suatu proses khusus yang dinamakan proses tidak seimbang (*non-equilibrium procces*) dan berlandasan efek (*photovoltaic effect*). Pada umumnya, dalam proses ini sebuah sel surya menghasilkan tegangan antara 0,5 dan 1 volt, tergantung intensitas cahaya dan zat semikonduktor yang dipakai. Hal ini telah dibahas dalam suatu bab terdahuu mengenai energi surya.

Dalam penggunaannya, sel-sel sel surya itu dihubungkan satu sama lain, sejajar dan atau dalam seri, tergantung dari apa yang diperlukan, untuk menghasilkan daya dan kombinasi tegangan dan arus yang dikehendaki.

Menurut Guzowski (1999) integrasi ini dapat dicapai dengan cara, salah satunya dengan mengintegrasikan panel PV dengan pencahayaan alami dan desain arsitektur. Dengan teknologi yang ada dewasa ini panel PV dapat diintegrasikan pada atap, kulit bangunan, permukaan kaca, *skylight* dan bagian peneduh bangunan.

Peluang menggunakan PV di Makassar sangat terbuka, karena letak kota yang berada pada daerah khatulistiwa dengan ketersediaan radiasi matahari yang cukup tinggi.

Terdapat banyak manfaat dari integrasi antara PV dan desain arsitektur. Dua diantaranya menurut Guzowski (1999) adalah sebagai berikut:

1. Sebagai produsen energi, PV digunakan untuk memproduksi energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan bangunan
2. Keuntungan estetika, bangunan yang menggunakan PV sebagai bagian yang terintegrasi akan terlihat lebih estetik dibandingkan dengan hanya meletakkan PV sebagai tambahan di atap.

Problem utama dalam pemanfaatan energi surya adalah faktor siang dan malam yang selalu bergantian datangnya sehingga kontinuitas perolehan energi surya selalu terputus pada malam hari. Meskipun demikian manusia dapat memanfaatkan baik secara langsung maupun tidak secara langsung dengan bantuan

aneka pesawat pwnghubung energi, yang mengubah energi surya menjadi tenaga listrik, tenaga mekanik dan pemanas air pada saat matahari sedang bercahaya.

Sampai saat ini energi surya dimanfaatkan baik dengan teknologi sederhana maupun canggih. Konversi energi surya dibedakan menjadi:

1. Sumber tenaga listrik dari tenaga surya
2. Tenaga uap dari energi surya
3. System pemanas air/udara melalui tenaga surya

a. Struktur sel surya

Sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi, jenis-jenis sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi' ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan bagian-bagian atau struktur penyusun sel yang berbeda pula. Struktur dan car kerja dari sel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu sel surya berbasis material silicon yang juga secara umum mencakup struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama (sel surya *silicon*) dan kedua (*thin film*) lapisan tipis).



Gambar 2.3: struktur dari sel surya komersia yang menggunakan material silicon sebagai semikonduktor.

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

1. *Subtrat/Metal backing*

Subtract adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material *subtract* juga harus mempunyai konduktifitas 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 *organic*, *subtract* juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang konduktif tapi juga transparan seperti *indium tin oxide* (ITO).

2. Material semi konduktor

Material semikonduktor merupakan bagian dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus micrometer untuk sel surya generasi pertama (*silicon*). Dan 1-3 mikrometr untuk sel surya lapisan tipis. Materiala semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus gambar diatas, semikonduktor yang digunakan adalah material silicon, yang umum diaplikasikan di industry elektronik. Sedangkan untuk lapisan tipis sel surya, material semi konduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_2$ (CIGS), CdTe (*kadmium telluride*). Dan *amorphous silicon*, sampai material-material semikonduktor potensial lain yang sedang dalam penelitian intensif seperti $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ (CZTS) dan Cu_2O (*copper oxide*).

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

3. Kontak metal / *contact grid*

Selain *subtract* sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan anti refleksi

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

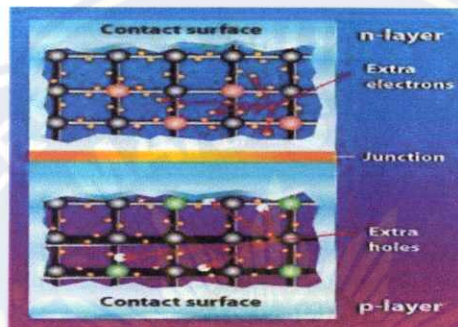
5. *Enkapsulasi / cover glass*

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

b. Cara kerja sel surya

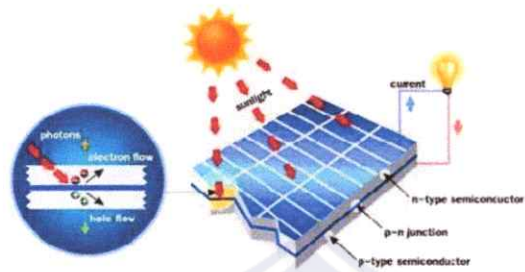
Sel surya konvensional bekerja menggunakan tipe p-n *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan *electron* (muatan negative) sedangkan semikonduktor tipe-

p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan *electron* dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material *silicon* tipe-n *silicon* di dopng oleh atom fosfor. Ilustrasi dibawah menggunakan *junction* semikonduktor tipe-p dan tipe-n.



Gambar 2.4: *junction* antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebiha electron).

Peralatan dari p-n *junction* ini adalah untk membentuk medan listrik sehingga *electron* (dan *hole*) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika seemikonduktor tipe-p dan tipe-n, maka kelebihan electron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negative pada semikonduktor tipe-p. akibat dari aliran electron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n *junction* ini maka akan mendorong *electron* bergerak dari semikonduktor menuju kontak negative, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya *hole* bergerak menju kontak positif menunggu *electron dating*. Seperti ilustrasi pada gambit dibawah.



Gambar 2.5: ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam rangkaian ini dilakukan beberapa tahapan, diantaranya : panel surya yang ditentukan dalam penggunaannya, sehingga panel surya sesuai dengan penggunaannya (cahaya atau tipenya). Pengendalian panel surya dapat dilakukan dengan menentukan parameter-parameter yang digunakan, dan dengan mempertimbangkan metode-metode yang digunakan untuk menentukan parameter. Penentuan parameter tersebut dapat dilakukan berdasarkan pada karakteristik respons dari fungsi panel surya.

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : Oktober 2019 Sampai November 2019

Tempat : Jl. Swadaya 3 Lrg.2 Kabupaten Gowa

B. Data (parameter) dan Variabel Penelitian

1. Data (Parameter)

Dalam penelitian ini akan kami mengambil data keluaran sel surya dengan cara mengawasi secara langsung sehingga kita dapat mengetahui jika ada perubahan. Data parameter utama yang mengkarakterisasi panel surya adalah:

Tabel 3.1 Data panel surya Venus solar system vizero

Model NO Vizero-50 W	
Maximum power (Pmax)	50 W
Short circuit current (Isc)	3,2 A
Open circuit voltage (Voc)	21 V
Maximum power current (Imp)	2,86 A
Maximum power voltage (Vmp)	18.3 Volt
Dimensi	78,5x7,5x56 (cm)
Berat (Kg)	7.12 Kg
Warna	Silver

2. Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah perhitungan radiasi matahari di Makassar, Spesifikasi tegangan baterai, panel surya, Spesifikasi Ah baterai, Jumlah baterai, Jumlah panel, kapasitas charger, kapasitas inverter, dan Energi yang dibutuhkan oleh beban untuk 1 hari beroperasi.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam penelitian

No	ALAT	
1	Tang kombinasi	1 Buah
2	Obeng	1 Buah
3	Gunting plat besi	1 Buah
4	Gergaji besi	1 Buah
5	Martil	1 Buah
6	Meter analog	1 Buah

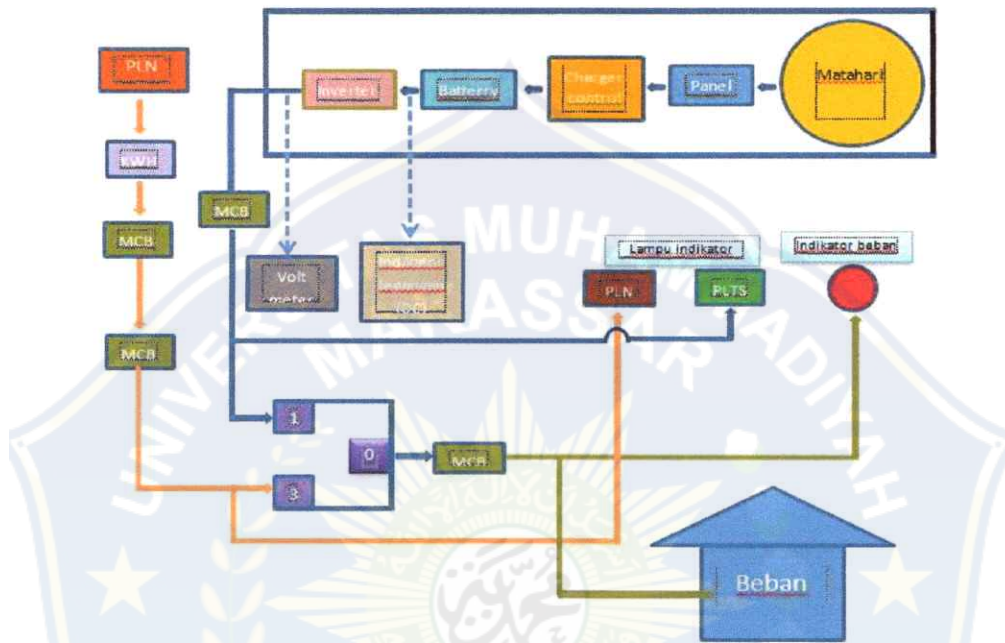
2. Bahan

Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	BAHAN	
1	Panel surya	1 Buah
2	Charger controller	1 Buah
3	Baterai	1 Buah
4	Rice cooker	1 Buah
5	Motor	1 Buah
6	Terminal <i>block</i> 12 slot	1 Buah
7	Mcb	3 Buah
8	Fitting lampu	1 Buah
9	Saklar tukar	1 Buah
10	Saklar ON/OFF	3 Buah
11	Kabel	Secukupnya
12	Sekrup	Secukupnya
13	Isolasi bakar	Secukupnya

D. Skema Desain Penelitian

Adapun skema dari rangkaian kelistrikan pada model pada penelitian ini yaitu



Gambar 3.1 Diagram balok skema penelitian

Diagram balok skema penelitian beban seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.1. pada prinsipnya terdiri atas dua bagian besar yaitu bagian sumber energy dan beban. Sumber menghasilkan energi total dan dan dipasang kemudian disalurkan kebeban .

E. Tahapan penelitian

Penelitian tentang perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk oven pengering Padi, dilaksanakan pada tahapan – tahapan sebagai berikut :

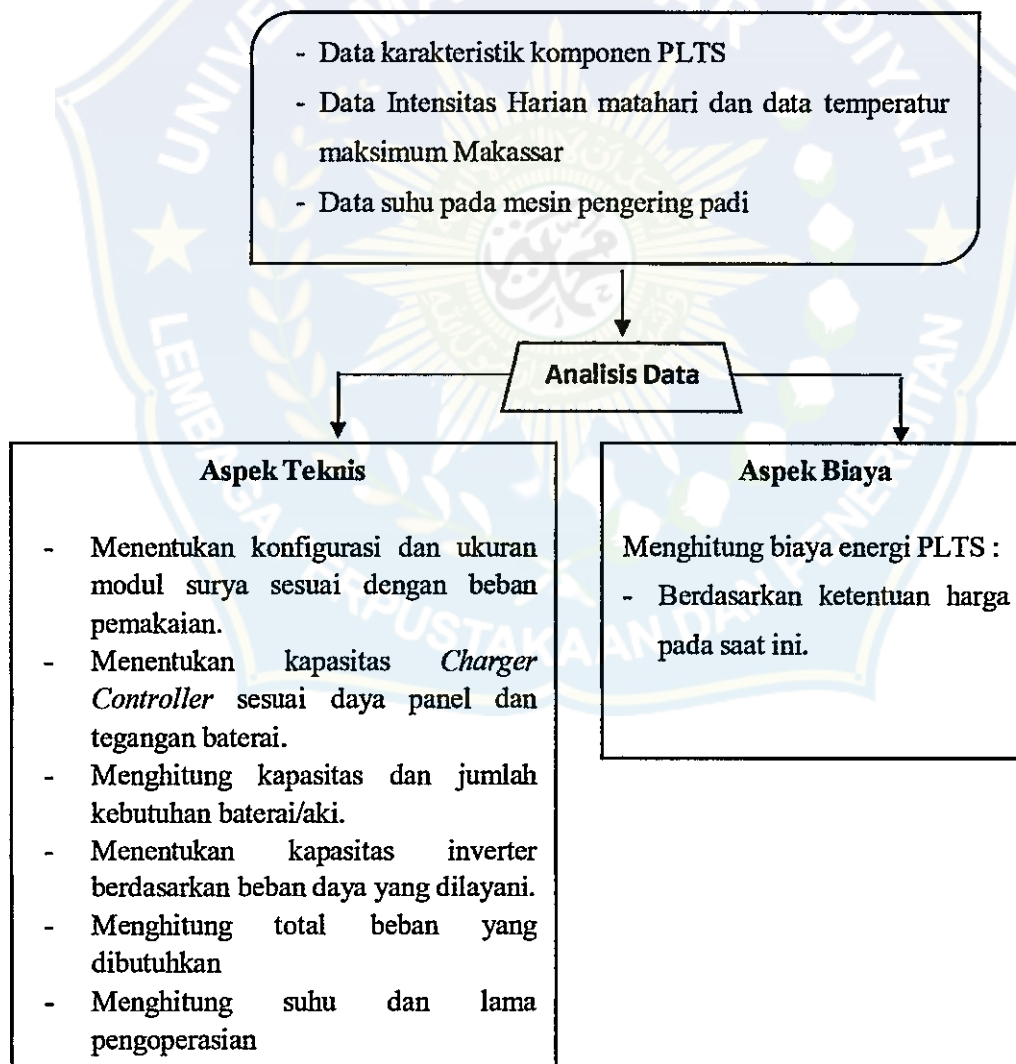
1. Mengumpulkan data mulai dari jumlah daya beban yang akan digunakan, luas area *array* Fotofoltaik, Untuk Oven pengering padi.
2. Menghitung energy listrik yang disuplay dari PLTS.

PLTS yang akan dikembangkan diruang pengering padi direncanakan untuk menyuplai dengan system *Off-Grid* dengan rentang waktu pukul 8 WITA sampai dengan Pukul 16. WITA.

3. Menghitung daya yang akan dibangkitkan PLTS.

F. Langkah penelitian

Berdasarkan langkah-langkah pada tahapan penelitian, maka desain/skema penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

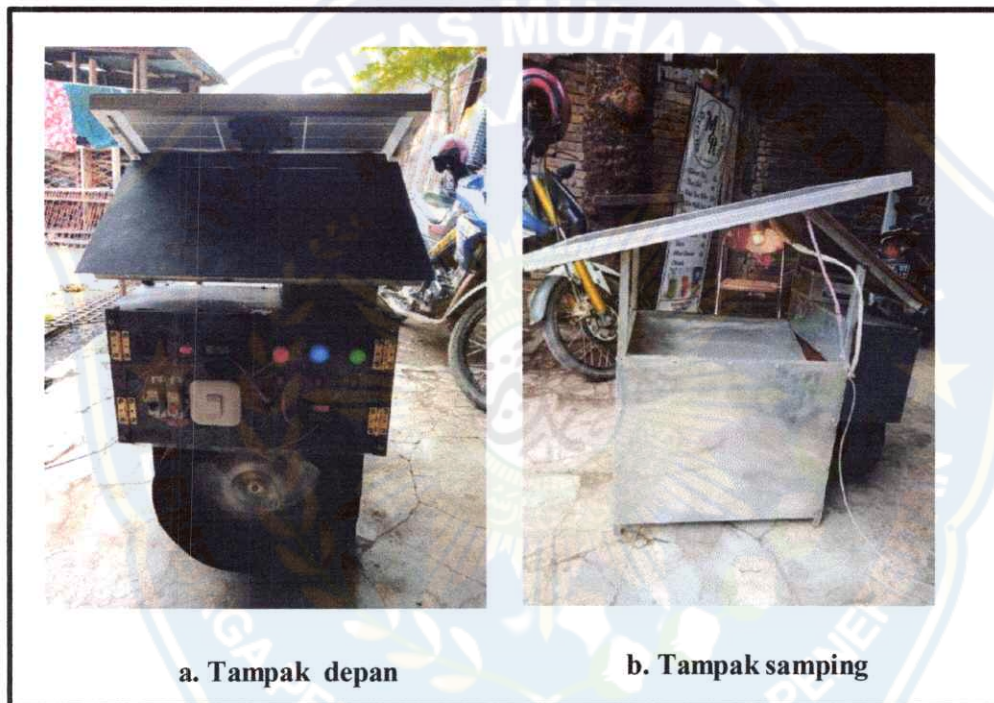


Gambar 3.2 Langkah Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

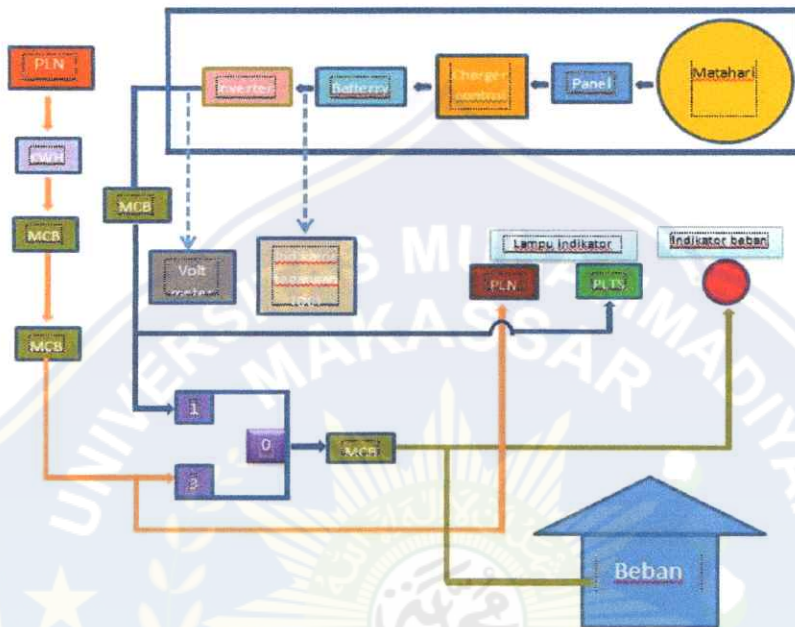
A. Perancangan pembangkit listrik tenaga surya untuk pengering padi berbasis rescoker machine



Gambar 4.1. Realisasi sistem pengering padi

Gambar 4.1 menampilkan realisasi model sistem pengering yang telah direalisasikan. Model *PLTS* yang telah di realisasikan tersebut terdiri atas komponen utama, yaitu : Panel surya, solar charger control, panel indikator, inverter, baterai, saklar tukar, dan pencahayaan.

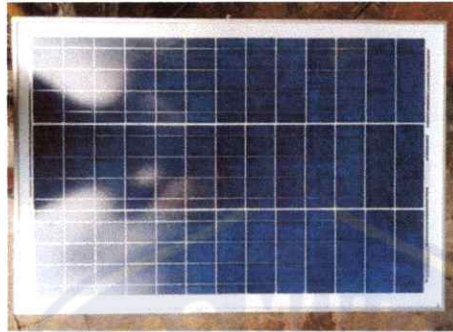
a. Desain sistem pengering padi



Gambar 4.2. Desain skema PLTS penering padi

Gambar 4.2 menampilkan desain yang menjelaskan tentang rangkaian sistem *pengering* yang mempunyai dua sumber yaitu, PLN dan PLTS (*fotovoltaik*). Pada sistem pengering ini, PLN sebagai sumber pembantu akan bekerja pada cuaca mendung dan PLTS *fotovoltaik* akan bekerja berdasarkan saklar tukar yang digunakan untuk mengubah jalur listrik dari PLN atau sebaliknya.

1. Panel Surya



Gambar 4.3. Panel surya

Panel surya digunakan untuk menerima cahaya kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Dalam sistem *pengering* kami menggunakan panel surya dengan daya maksimum 50 Wp dan tegangan output maksimum 18,2 V.

2. Solar Charger Controller



Gambar 4.4. Solar charger controller

Solar charger controller digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya sistem pengering padi.

Solar charger controller yang digunakan bekerja pada rentang tegangan 12 V sampai 24 V dan arus kerja maksimum 10 A.

3. *Inverter*



Gambar 4.5. *Inverter*

Inverter digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC), *inverter* yang digunakan adalah *inverter* jadi dengan tegangan input 12 V, arus 40 A, dan daya 500 Watt. Tegangan output *inverter* tanpa beban 220 V dan tegangan output dengan beban penuh berkurang menjadi 187 V.

4. Baterai (Aki)



Gambar 4.6. Baterai (Aki)

Baterai atau aki berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang akan digunakan untuk mensuplai atau menyediakan listrik. Dalam system Pengering padi kami menggunakan baterai/aki merek YUASA dengan spesifikasi tegangan batrai 12 V dan arus 10 Ah .

5. Panel Indikator



Gambar 4.7. Model Panel Indikator

Panel indikator berfungsi untuk mengetahui tegangan yang terdiri dari tegangan PLN, tegangan *inverter*, tegangan baterai, arus beban mesin operasi, arus beban pencahayaan serta lampu indikator pencahayaan.

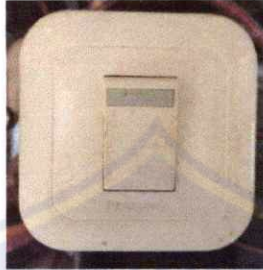
6. Saklar Inverter



Gambar 4.8. Saklar *Inverter*

Saklar *Inverter* berfungsi untuk memutus dan menghubungkan tegangan dan arus dari baterai ke *inverter*.

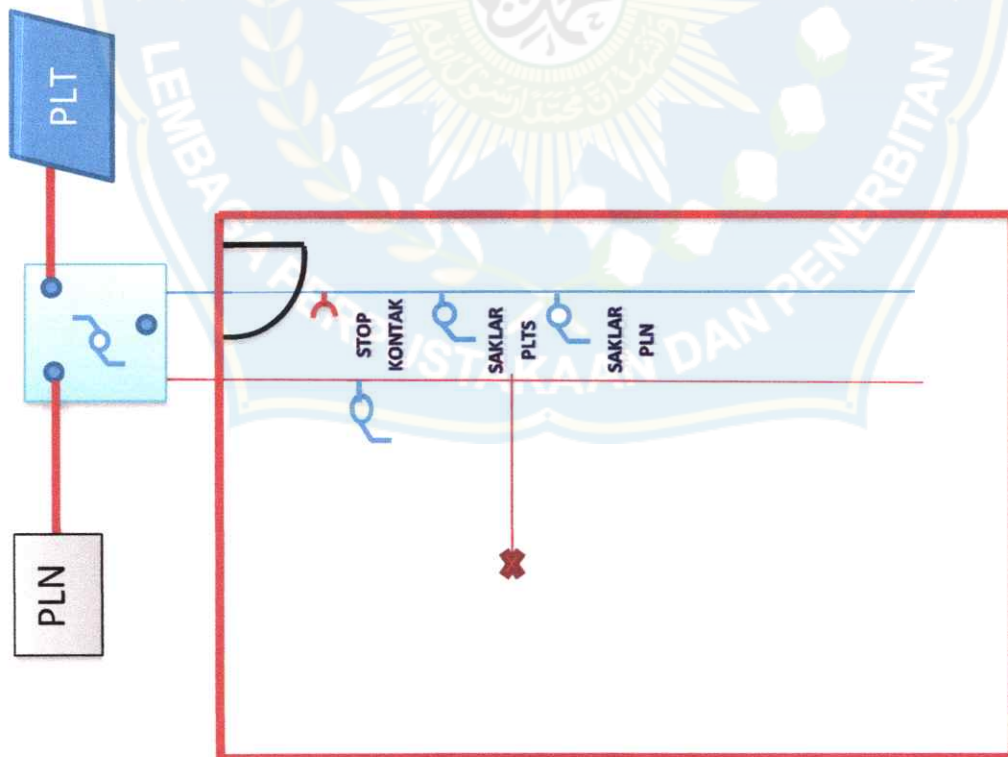
7. Saklar Tukar



Gambar 4.9. Saklar Tukar

Saklar Tukar berfungsi untuk mengalihkan sumber daya baterai ke sumber PLN secara manual apabila daya baterai berkurang. Proses tersebut dilakukan dengan cara mengubah posisi saklar dari “0” ke “3”.

b. Desain peletakan titik komponen PLTS dan PLN



Gambar 4.10. Desain titik peletakan komponen

Gambar 4.10 menampilkan skema peletakan komponen. Dalam gambar 4.10 penghantar – penghantar yang sejenis digambar dengan satu garis dengan beberapa garis lintang kecil, terdapat juga 1 titik lampu, stop kontak (kotak kontak), saklar tunggal, saklar tukar, box *control panel*, dan KWH.

c. Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)

1. Penentuan energi listrik yang akan disuplai (Beban)

Penentuan energi listrik yang akan disuplai bertujuan untuk mengetahui jumlah daya elektrik yang diperlukan sesuai dengan jumlah beban yang ada pada oven dan lama pemakaiannya. Dalam penelitian ini beban direncanakan berupa mesin rice cooker, motor AC dan penerangan, spesifikasi data dapat dilihat pada table 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Daya dan energi harian beban

No	Jenis Peralatan	Banyak	Daya	Lama Oerasi	Total Energi
			(W)	(Jam)	(Daya x Jam)
1	Mesin Rice Cooker	1	300	10	3000
2	Motor AC	1	25	10	250
3	Lampu	1	10	10	100
Total Energi Harian			335		3350

2. Energi 1 hari otonom

Dari table perhitungan diatas diperoleh jumlah beban yang digunakan yaitu sebanyak 3 buah, yang mana total kapasitas beban sebesar 335 W dengan total konsumsi energi harian sebesar 3350 Wh perharinya. Untuk menentukan besar energi harian yang dibutuhkan untuk memasok energi listrik selama 1 hari sehingga akan menghasilkan total energi 1 hari sebesar 3350 Wh.

d. Daya Yang dibangkitkan PLTS (Watt *Peak*)

1. Area Array (PV Area)

Area array (PV Array) diperhitungkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times TCP} \quad (4.1)$$

Besar pemakaian energi listrik (E_L) yang akan disuplai oleh PLTS ke beban adalah sebesar 3350 Wh. Untuk nilai insolasi harian matahari akan dipergunakan nilai insolasi rata-rata terendah pada tahun 2017 yaitu sebesar 5,87 pemilihan nilai ini bertujuan agar pada saat insolasi harian matahari berada pada titik paling rendah, maka PLTS yang akan dibangun tetap dapat memenuhi besar kapasitas yang dibangkitkan. Efisiensi panel surya (η_{PV}) ditentukan sebesar 0,17%, mengacu pada efisiensi panel surya 50 Wp, yang akan digunakan pada PLTS di Bengkel service ringan.

Untuk *Temperature Correction Factor* (TCF) digunakan nilai sebesar 0,929. Seperti diketahui bahwa setiap kenaikan temperatur 1°C (dari temperatur standarnya) pada panel surya, maka hal tersebut akan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya akan berkurang sekitar 0,5% (Foster dkk.,2010). Data temperatur maksimum untuk wilayah makassar bahwa pada 2017 temperatur paling maksimum untuk wilayah kota Makassar adalah sebesar $32,1^\circ\text{C}$. Data temperatur ini memperlihatkan bahwa ada peningkatan suhu sebesar $7,1^\circ\text{C}$ dari suhu standar (25°C) yang diperlukan oleh panel surya.

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperature di sekitar panel surya mengalami kenaikan 7°C dari temperatur standarnya, diperhitungkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{saat } t \text{ naik } 7^{\circ}\text{C}} &= 0.5\% / ^{\circ}\text{C} \times P_{\text{MPP}} \times \text{kenaikan temperatur } (^{\circ}\text{C}) \\ &= 0.5\% / ^{\circ}\text{C} \times 50\text{W} \times 7,1^{\circ}\text{C} \\ &= 3,55\text{W} \end{aligned} \quad (4.2)$$

Untuk daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 32,1°C, maka nilai TCF dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{\text{MPP saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}} &= P_{\text{MPP}} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^{\circ}\text{C}} \\ P_{\text{MPP saat naik menjadi } 32,1^{\circ}\text{C}} &= 50\text{W} - 3,55\text{W} \\ &= 46,45\text{W} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran maximum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 32,1°C, maka nilai TCF dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TCF} &= \frac{P_{\text{MPP saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}}}{P_{\text{MPP}}} \\ &= \frac{46,45 \text{ W}}{50 \text{ W}} \\ &= 0,929 \end{aligned} \quad (4.4)$$

Efisiensi out (η_{out}) ditentukan berdasarkan efisiensi komponen inverter. Dalam penelitian ini di fokuskan pada penggunaan listrik arus searah (*DirectCurrent*) untuk meminimalkan rugi-rugi daya pada proses konversi energi listrik maka komponen inverter yang berfungsi sebagai konversi arus searah menjadi arus bolak-balik ditiadakan.

Apabila nilai E_L , G_{av} , η_{PV} , TCF disubstitusikan akan diperoleh

$$\begin{aligned} PV \text{ Area} &= \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times TCF} \quad (4.5) \\ &= \frac{3350 \text{ Wh}}{5,87 \times 0,17 \times 0,929} = 3.613 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Daya yang Dibangkitkan

Dari perhitungan area *array*, maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (Watt *peak*) dapat dihitung sebagai berikut :

$$P \text{ Watt peak} = \text{area array} \times \text{PSI} \times \eta_{PV} \quad (4.6)$$

Dengan area *array* adalah $3,613 \text{ m}^2$, *Peak Sun Insolation* (PSI) adalah 50 W/m^2 dan efisiensi panel surya adalah $0,17$ maka :

$$\begin{aligned} P(\text{Watt peak}) &= 3,613 \text{ m}^2 \times 50 \text{ W/m}^2 \times 0,17 \\ &= 30,7105 \text{ Watt peak} \end{aligned}$$

3. Jumlah Panel Surya

Panel surya yang akan dipergunakan sebagai acuan adalah panel surya tipe visero. panel surya ini memiliki spesifikasi P_{MPP} sebesar 50 W per panel. Sehingga berdasarkan spesifikasi tersebut maka jumlah panel surya yang diperlukan untuk PLTS yang akan dikembangkan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{E_L}{P_{MPP} \times A_{pm}} \quad (4.7)$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Panel Surya} &= \frac{3350 \text{ Wh}}{50 \text{ W} \times 1 \text{ h}} = \frac{3350 \text{ Wh}}{50 \text{ W}} \\ &= 67 \text{ panel} \\ &= 67 \text{ panel tesusun paralel} \end{aligned}$$

$P_{watt\ peak}$ PLTS yang akan dikembangkan dengan jumlah panel surya sebanyak 67 panel adalah sebesar

$$P_{Watt\ peak} = P_{MPP} \times \text{Jumlah panel surya} \quad (4.8)$$

$$= 50 \times 67 = 3350 \text{ Watt peak}$$

Dari nilai $P_{Watt\ peak}$ sebesar 3350 Wp maka luas area PLTS dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Area PLTS} = \frac{P_{watt\ peak}}{PSI \times n_{PV}} \quad (4.9)$$

$$\text{Area PLTS} = \frac{3350 \text{ Wp}}{50 \text{ W/m}^2 \times 0,17} = \frac{3350 \text{ Wp}}{8,5}$$

$$= 3,94 \text{ m}^2$$

Dengan panel surya sebanyak 67 buah yang didesain parallel dalam satu fasa maka gambar rangkaian panel ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 4.11 Konfigurasi 67 panel surya parallel

Panel surya yang digunakan sebagai acuan dapat dilihat pada tabel 4.3. dengan spesifikasi tersebut maka besar V_{MP} , I_{MP} , P_{MPP} dapat diperhitungkan sebagai berikut : $V_{MPP\ array} = 18,3 \text{ V}$, $I_{MPP\ array} = 2,86 \times 50 = 1,43 \text{ A}$.

4. Pemasangan Panel Surya

Untuk mendapatkan energy yang maksimum maka orientasi pemasangan rangkaian panel surya (*array*) kearah matahari adalah hal yang penting untuk diperhatikan. Letak geografis yang berada pada posisi 5°10'57.7" LS dan 119°26'30.4 BT menunjukkan bahwa wilayah Bengkel berada dibelahan bumi selatan berdasarkan hal tersebut, maka pemasangan panel surya (*array*) untuk PLTS di bengkel di orientasikan mengarah ke Utara.

5. Kapasitas Baterai

Dalam pemilihan baterai harus memperhitungkan keadaan-keadaan darurat (*emergency*) seperti pada suatu keadaan tertentu terjadi hujan ataupun langit berawan selama 1 hari berturut-turut. Dalam penelitian ini baterai di desain dengan DOD 75%, sehingga hanya 75% dari total daya dari baterai yang akan digunakan.

Pemilihan baterai harus memperhatikan efesiensi dari baterai yang digunakan. biasanya efesiensinya adalah 90% dari kapasitas (ampere-jam/ Ah) maksimum baterei. Atau dengan kata lain, baterai yang digunakan haruslah lebih besar 10% dari kebutuhan daya pemakaian.

Untuk mencari kapasitas minimum daya untuk keamanan sistem maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$E_{\text{safe}} = \frac{E_{\text{rough}}}{\text{MDOD}} \quad (4.11)$$

$$E_{\text{safe}} = \frac{3350 \text{ Wh}}{75\%}$$

$$= 4466 \text{ Wh}$$

Total Kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{kapasitas baterai} = \frac{E_{safe}}{V_b} \quad (4.12)$$

$$\begin{aligned} \text{kapasitas baterai} &= \frac{4466 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} \\ &= 3721 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Jumlah minimum baterai yang dibutuhkan sesuai persamaaan adalah :

$$N_{\text{battery}} = \frac{C}{C_b} \quad (4.13)$$

$$\begin{aligned} N_{\text{batteray}} &= \frac{3721 \text{ Ah}}{80 \text{ Ah}} \\ &= 4651 \text{ A} \sim 5 \text{ Baterai} \\ &= 5 \text{ buah baterai terpasang parallel} \end{aligned}$$

Dengan jumlah komponen baterai sebanyak 5 buah, agar dapat dirangkai parallel maka 5 buah baterai dirangkai secara parallel Desain rangkaian baterai jika di paralelkan akan ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 4.12 Desain Rangkaian 5 Baterai secara parallel

Sesuai dengan hasil perhitungan diatas maka jumlah kapasitas baterai yang mendapatkan tegangan 12V dan arus 80A. Jd total kapasitas baterai yaitu 4,651 Wh.

6. Kapasitas Inverter

Untuk menghitung kapasitas Inverter maka digunakan persamaan

$$P_{inv} = 3 \times P \text{ beban} \quad (4.14)$$

$$P_{inv} = 3 \times 335 \text{ W}$$

$$= 1,005 \text{ W}$$

Jadi, kapasitas inverter yang dibutuhkan adalah minimal 1,005 Watt /12V.

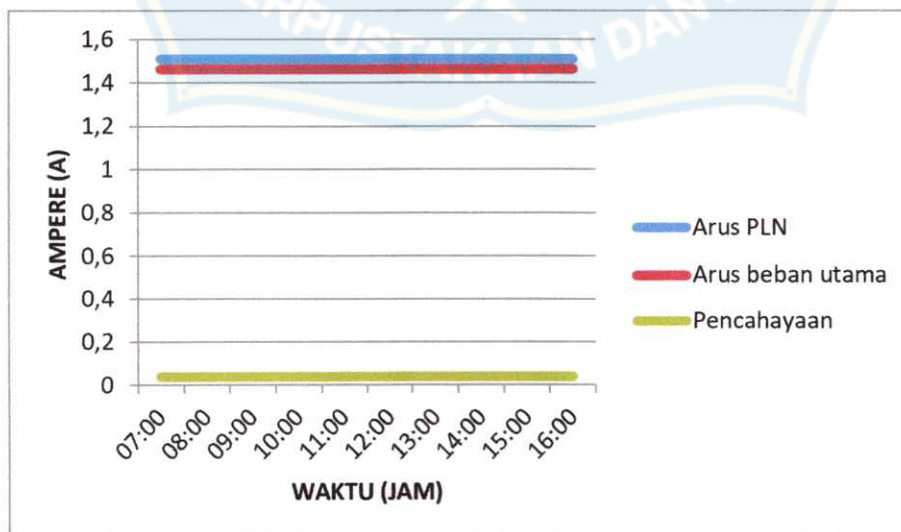
B. Performa Model Sistem PLN dan PLTS

1. Sistem Tanpa PLTS Selama 10 Jam

Tabel 4.2. Arus PLN dan beban selama 1 hari dikondisikan Tanpa *PLTS*

Waktu (Jam)	Arus PLN (A)	Arus beban utama (A)	Arus Pencahaya an (A)
7:00	1,51	1,46	0,04
8:00	1,51	1,46	0,04
9:00	1,51	1,46	0,04
10:00	1,51	1,46	0,04
11:00	1,51	1,46	0,04
12:00	1,51	1,46	0,04
13:00	1,51	1,46	0,04
14:00	1,51	1,46	0,04
15:00	1,51	1,46	0,04
16:00	1,51	1,46	0,04

Tabel 4.2 menampilkan pengukuran arus-arus beban residensial dengan menggunakan PLN dilakukan selama 10 Jam, Pengukuran dilakukan terhadap tiga jalur yaitu, arus total yang di suplai oleh PLTS, serta arus-arus beban grup yang terdiri dari arus grup beban operasi, dan arus grup beban penerangan.



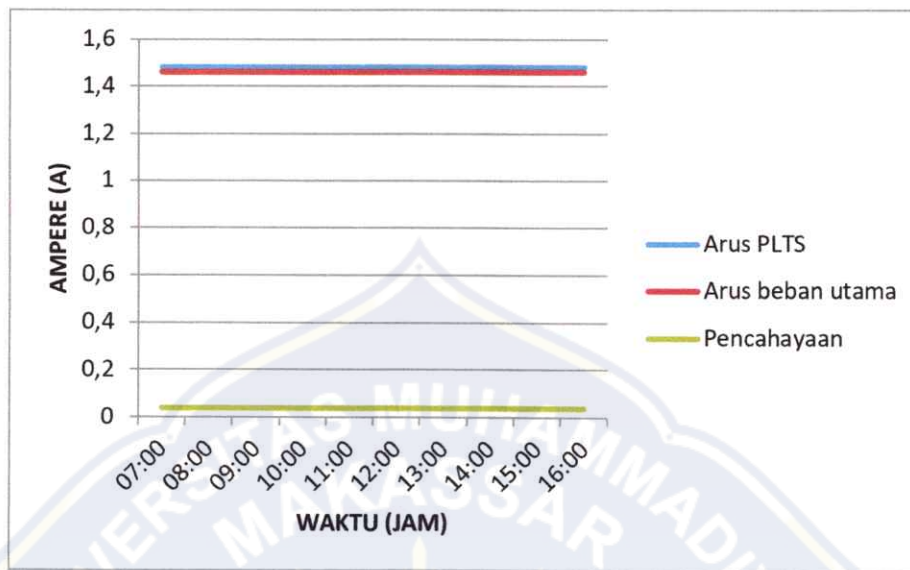
Terlihat di Tabel 4.3 dan gambar 4.3, bahwa pada saat siang hari, Arus yang ditarik dari PLN tetap sama, yaitu arus PLN senilai 1,48, Arus beban utama senilai 1,47 dan arus pencahayaan senilai 0,04

2. Sistem Dengan PLTS Selama 10 Jam

Tabel 4.3. Arus PLTS dan beban selama 1 hari dikondisikan tanpa PLN

Waktu (Jam)	Arus PLTS (A)	Arus beban utama (A)	Arus Pencahaya an (A)
7:00	1,48	1,46	0,04
8:00	1,48	1,46	0,04
9:00	1,48	1,46	0,04
10:00	1,48	1,46	0,04
11:00	1,48	1,46	0,04
12:00	1,48	1,46	0,04
13:00	1,48	1,46	0,04
14:00	1,48	1,46	0,04
15:00	1,48	1,46	0,04
16:00	1,48	1,46	0,04

Tabel 4.3 menampilkan pengukuran arus-arus beban residensial dengan menggunakan PLTS dilakukan selama 10 Jam, Pengukuran dilakukan terhadap tiga jalur yaitu, arus total yang di suplai oleh PLTS, serta arus-arus beban grup yang terdiri dari arus grup beban operasi, dan arus grup beban penerangan.



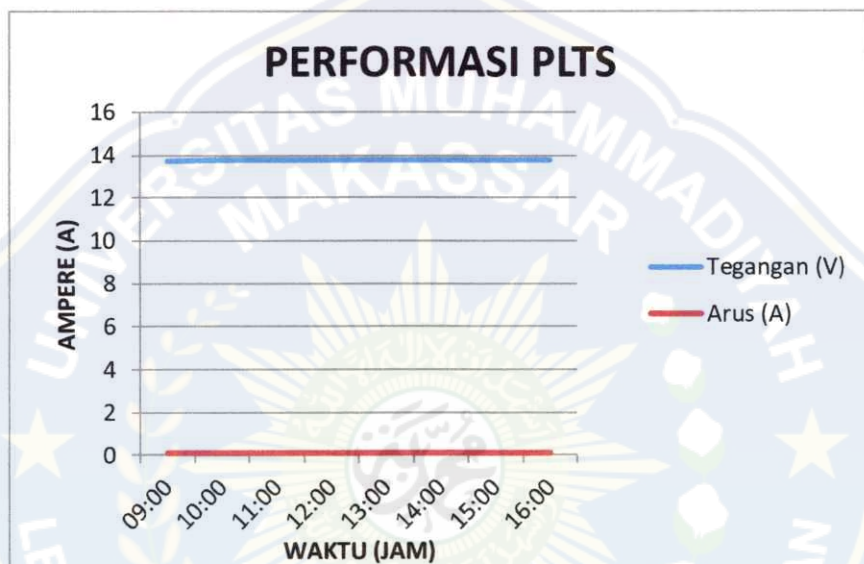
Grafik pada Gambar 4.2 bahwa pada saat siang hari, Arus yang ditarik dari PLTS tetap sama, yaitu arus PLTS senilai 1,48, Arus beban utama senilai 1,46 dan arus pencahayaan senilai 0,04.

3. Performansi PLTS

Tabel 4.4. Pengukuran Arus dan Tegangan Pengisian Baterai

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (A)
9:00	13,72	0,09
10:00	13,77	0,11
11:00	13,74	0,10
12:00	13,75	0,11
13:00	13,75	0,10
14:00	13,75	0,11
15:00	13,75	0,10
16:00	13,75	0,10

Berdasarkan Tabel 4.4 waktu dimulainya pengisian baterai pada pukul 09:00 dengan tegangan pengisian 13,72 V dan arus pengisian sebesar 0,09 A, sampai pada pukul 16:00 dengan tegangan pengisian 13,75 V dan arus pengisian sebesar 0,10 A.



Gambar 4.3. Grafik Pengukuran Arus dan Tegangan Pengisian Baterai

Grafik pada Gambar 4.3 merupakan grafik pengukuran tegangan dan arus pengisian baterai, pengisian dilakukan pada pukul 09:00 sampai dengan Pukul 16:00, dan dengan rentang waktu pengisian selama 8 jam tersebut tegangan dan arus baterai konstan dikarenakan cuaca pada saat pengisian sangat panas.

Pengukuran yang dilakukan pada pengisian baterai terbagi menjadi dua yaitu pengukuran tegangan dan pengukuran arus, pengambilan data dilakukan setiap 1 jam sekali dengan cara mengamati langsung terhadap alat ukur yang digunakan.

C. Hasil Penelitian

Sebelum melaksanakan uji coba kinerja mesin terhadap gabah basah terlebih dahulu dilakukan pengamatan dan pengukuran suhu yang dihasilkan oleh sumber panas (elemen mesin rice cooker), dengan menyambungkan stekker sumber panas dengan sumber listrik dan dipasang termometer analog untuk mengukur suhu yang dihasilkan. Pada menit 0-10 suhu terus mengalami peningkatan hingga mencapai suhu 50°C , hingga pada menit ke- 15-20 suhu mengalami fluktuatif yaitu $58-62^{\circ}\text{C}$. Selain melakukan pengukuran terhadap suhu yang dihasilkan sumber panas, juga dilakukan pengukuran suhu pada ruang pengering . Namun pengukuran ini dilakukan pada saat uji coba kinerja mesin dimana gabah basah telah dimasukkan ke dalam ruang pengering. Selama pengeringan berlangsung, suhu yang terdapat pada ruang pengering mengalami fluktuatif yaitu $52-58^{\circ}\text{C}$. Pada mulanya suhu yang dihasilkan oleh sumber panas yaitu $58-62^{\circ}\text{C}$ kemudian dengan hembusan kipas, udara panas bergerak ke ruang pengering yang sudah terisi gabah basah mengalami penurunan suhu menjadi $52-58^{\circ}\text{C}$. Penurunan suhu terjadi karena udara panas mulai merambat masuk ke dalam oven. Pada proses pengeringan, suhu udara selain berpengaruh terhadap waktu pengeringan, juga akan mempengaruhi kualitas bahan yang dikeringkan. Pada alat ini butuh waktu pengeringan selama 5-6 jam Semakin tinggi suhu udara pengering maka transfer panas dan massa antara udara dan gabah akan semakin besar dan akhirnya proses pengeringan akan lebih cepat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian pada alat pengering padi dengan memanfaatkan PLTS dan udara panas dari elemen mesin *rice cooker*, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan alat pengering padi dengan memanfaatkan udara panas dari elemen mesin *rice cooker*. Alat ini terdiri dari elemen mesin *rice cooker* sebagai sumber panas, motor AC dan pencahayaan. Rangkaian sistem *pengering* padi ini mempunyai dua sumber yaitu, PLN dan PLTS (*fotovoltaik*). Pada sistem pengering ini, PLN sebagai sumber pembantu akan bekerja pada cuaca mendung dan PLTS *fotovoltaik* akan bekerja berdasarkan saklar tukar yang digunakan untuk mengubah jalur listrik dari PLN atau sebaliknya.
2. Alat pengering dengan memanfaatkan udara panas dari elemen pemanas listrik ini dapat mengurangi penggunaan waktu dan tenaga petani dalam melakukan pengeringan produk-produk pertanian salah satunya gabah basah, karena untuk mengeringkan gabah basah baru panen hanya memerlukan waktu 5-6 jam baik dimusim kemarau maupun dimusim hujan dan selama proses pengeringan petani/pengguna hanya perlu menyalakan alat ini dan sesekali mengaduk gabah agar panas yang diterima merata tanpa berpanaspanasan dibawah panas terik matahari.

B. Saran

Sesuai dengan hasil pembuatan dan pengujian alat pengering padi dengan memanfaatkan udara panas dari *machine rice cooker* dapat disarankan :

- a. Diharapkan kedepanya terdapat pengembangan terhadap alat ini sehingga bisa menghasilkan alat yang lebih baik lagi. Misalnya dengan mengganti saklar tukar yang masih manual secara otomatis.
- b. Menghitung energi total yang dibutuhkan oleh beban.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2010. *"Energi Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik Dan PotensiEkonomi"* Universitas Indonesia, Jakarta.
- Akhmad, Kholid, (2011), Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk DaerahTerpencil, *JurnalDinamikaRekayasa*, 1(1): 28-33
- Anggara, I.W.G.A, Kumara, I.N.S., Giriantari, I.A.D,(2014), Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran, *Spektrum*, 1(1): 118-122.
- Mulyono dan A. Handoko,"Perencanaan Pembangkit Listrik dengan Energi Surya,"*Majalah Trisakti*, No. 09/Th.II/1992.
- Abdul Kadir, 2010. *"Energi Sumber daya ,Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi"* Universitas Indonesia, Jakarta.
- Christoffel E, Rusu M,Zerga A , Bourdais S,Noel S, and Slaoui, A. (2002): Two-Dimensional Modeling of The Finegrained Polyshristalline SiliconThin FilmSolar Cells, *Thin Solid Film*, 403-403,258-262.
- Guziwski, M. (1999) *Daylighting for Sustanable design*, .New York: McGraw-Hill.
- Hasan, H., (2012), PerancanganPembangkitListrikTenaga Surya Di Pulauaugi, *JurnalRisetdanTeknologiKelautan*, 10(2): 169-180.
- Muchammad dan Hendri Setiawan, 2011, *Peningkatan Efisiensi Modul Surya 50 Wp Dengan Penambahan Reflektor*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PERANCANGAN OVEN PENDING PADI



Proses pengelasan rangka



Pengujian pengisian baterai



Proses pemasangan komponen



Finishing dan pengujian alat