

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISA PENGARUH SISTEM PENDINGINAN RADIATOR
TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA
100WP

**Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan
Agung Semarang**



OLEH

NAMA : ERIK SUSANTO SADIKUN

NIM : 30601401549

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021

FINAL REPORT
ANALYSIS OF THE EFFECT OF RADIATOR COOLING
SYSTEM ON THE PERFORMANCE OF POWER RESULTS OF
100WP SOLAR PANELS

This Final Project was prepared as one of the requirements for obtaining a
Bachelor's degree at the Electrical Engineering Study Program, Sultan
Agung Islamic University, Semarang



By

NAMA : ERIK SUSANTO SADIKUN

NIM : 30601401549

ENGINEERING STUDY PROGRAM
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG 2021

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erik Susanto Sadikun

Nim : 30601401549

Program studi : Teknik Elektro

Fakultas : Fakültas Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satü (SĪ) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul "ANALISA PENGARUH SĪSTEM PENDINGINAN TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA IOO WP", adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 27 novvermber 2021

Yang menyatakan



Erik susanto sadikun

30601401549

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA PENGARUH SISTEM PENDINGINAN TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA 100WP” ini disusun oleh:

Nama : Erik Susanto Sadikun
NIM : 30601401549
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 16 Desember 2021

Pembimbing I



Dedi Nugroho, S.T.M.T.
NIDN. 0617126602

Pembimbing II



Ir. Ida Widiastuti, M.T
NIDN : 0005036501

UNISSULA

جامعة بنوع الإسلام
Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



03/01/22

Jenny Putri Hapsari, S.T, M.T
NIDN : 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA PENGARUH SISTEM
PENDINGINAN RADIATOR TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA
PANEL SURYA 100WP” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang
Tugas Akhir pada :

Hari : JUMAT

Tanggal : 24 DESEMBER 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.

NIDN : 0619076401

Ketua

Gunawan, ST., MT.

NIDN : 0607117101

Penguji I

Muhammad Khosyi'in, ST., MT.

NIDN : 0625077901

Penguji II

PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erik Susanto Sadikun

NIM : 30601401549

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* dengan judul :

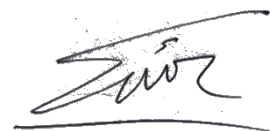
“ANALISA PENGARUH SISTEM PENDINGINAN RADIATOR TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA 100WP”

dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 2 januari 2022

Yang menyatakan,



(Erik Susanto Sadikun)

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

Motto :

“ Bertakwalah pada Allah, maka Allah akan mengajarmu. Sesungguhnya Allah
Maha Mengetahui segala sesuatu “ (
QS. Al-Baqarah : 282)

“ Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antarmu dan orang-orang
yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha
Mengetahui apa yang kamu kerjakan “ (
QS. Al-Mujadilah : 11)

“ Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan
baik “
(HR. Thabrani)

“ Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah “
(HR. Tirmidzi)

“ Bagi seorang *engineer*, semua permasalahan yang dihadapi harus bisa
diselesaikan secara menyeluruh “
(Rachman Setiawan, Ph.D)

Persembahan

ALLAH SWT

Yang telah memberikan rahmad dan taufik hidayahnya serta kasih sayangNya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas saya dalam melewati semua ujian dan cobaannya.

Allah Maha tau, sekenario apa yang terbaik bagi umatnya, meskipun rencana hambanya seringkali tidak terpenuhi, akan tetapi Allah SWT telah menggantikan rencana yang jauh lebih baik, rasa syukur atas segala yang Engkau berikan ya Allah.

ORANG TUA

(Sadikun dan Rusmiatun)

Kepada kedua orang tua saya yang tiada henti berdoa dan mendukung saya dalam menyelesaikan studi saya

(Lanora Widyaningrum Sadikun S.Pd.)

Kepada adikku yang selalu memberi semangat.

DOSEN

Untuk para Dosen pembimbing dan seluruh Dosen yang selalu memberikan saran-saran dan pengarahan yang tepat didalam bidang keilmuan dan motivasi.

TEMAN TEMAN

Kepada Faisal Abdau.ST, Endra Kusbiyantoro.ST, dan Muqtafa Amirul Wildan.ST, serta teman yang sudah membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dan untuk keluarga besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya selama menyelesaikan gelar sarjana. Saya berharap kita akan sukses semua. Aamiin

KATA PENGANTAR

Bismillah Walhamdulillah Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberikan Nikmat dan rahmat-Nya sehingga masih berkesempatan untuk menuntut ilmu dalam keadaan sehat wal'afiat. Shalawat dan Salam tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Shalallahu Alaihim Wassalam, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya.. Aamiin Yaa Robbaalamin ...

Penyusunan Tugas Akhir ini adalah merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penulisan tugas akhir ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moriil maupun materiil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan *jazaakumullah khoiron katsiron* dan terima kasih yang tiada hingganya kepada :

1. Bapak Drs. Bedjo Santoso MT., Ph.D, selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Dr. Novi Marlyana, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Dedi Nugroho, S.T, MT., Ibu Ir. Ida Widiastuti, M.T._selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis selesai menyusun tugas akhir ini.
6. Bapak Sadikun dan Ibu Rusmiatun, selaku kedua orang tua yang penulis cintai, yang senantiasa memberikan doa, semangat, dukungan, perhatian, kesabaran, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepada sahabat saya Faisal Abdau ST., Endra Kusbiyantoro ST. dan teman-teman senasib seperjuangan, yaitu Teknik Elektro angkatan 2014, senior dan

adik tingkat Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang, yang senantiasa memberikan keceriaan, dukungan, semangat, dan doa.

8. Kepada kekasih tercinta, Safira Fegi Nisrina ST., MT. yang selalu mendukung, memberikan doa, dan selalu mendampingi disetiap harinya.
9. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu, mendukung, dan mendoakan dalam penyusunan Tugas Akhir, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir masih banyak kekurangan, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Penulis meminta maaf dan membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, sehingga kedepan, laporan ini dapat menjadi lebih baik. Akhirnya penulis sangat berharap, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis juga, *Wallahua'lam*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 1 Januari 2021

Erik Susanto Sadikun



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	1
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	xiv
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 latar belakang	1
1.2 perumusan masalah.....	3
1.3 batasan masalah	4
1.4 tujuan.....	4
1.5 sistematika penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Panel surya.....	6
2.1.1 Struktur dan tipe panel surya	6
2.1.2 Karakteristik terhadap suhu.....	7
2.1.3 Paparan cahaya matahari	8
2.2 Baterai lithium ion	9
2.2.1 Karakteristik baterai lithium ion	9
2.2.2 Bms (battery management system).....	9
2.3 Solar charger controller	10
2.4 Tolak ukur panel surya.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 waktu dan tempat penelitian	15
3.2 alat dan bahan	15
3.2.1 alat	15
3.2.2. bahan	17
3.3 penentuan titik lokasi penelitian	22
3.4 metode penelitian.....	22
3.5 prosedur penelitian.....	24
3.6 pengambilan data	27
BAB IV DATA DAN ANALISA	29
4.1 DATA	29
4.2 ANALISA	40

4.2.1	Nilai daya keluaran.....	40
4.2.2	Nilai perbedaan suhu (ΔT).....	41
4.2.3	Nilai tegangan dan arus terhadap perubahan suhu	45
4.2.4	Kenaikan nilai daya berdasarkan zona.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		55
5.1	KESIMPULAN.....	55
5.2	SARAN	55
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 struktur polar dan perpindahan elektron	7
Gambar 2. 2 grafik daya maksimum.....	8
Gambar 2. 3 ilustrasi pengaruh besaran intensitas cahaya	8
Gambar 2. 4 perpindahan electron fase charging dan discharging	9
Gambar 2. 5 board BMS (baterai management system)	10
Gambar 2. 6 grafik perbedaan cycle mppt dengan boostbuck konvensional	12
Gambar 3. 1 luxmeter	15
Gambar 3. 2 thermometer digital	16
Gambar 3. 3 MPPT (maksimum power point tracking)	16
Gambar 3. 4 panel surya	17
Gambar 3. 5 spesifikasi panel surya.....	18
Gambar 3. 6 pemasangan sensor suhu pada panel surya	18
Gambar 3. 7 baterai lithium ion 18650 1cell	19
Gambar 3. 8 BMS battery management system.....	19
Gambar 3. 9 pompa air dc 12v 22w	20
Gambar 3. 10 peta wilayah penelitian.....	23
Gambar 3. 11 pengujian hasil keluaran panel surya	25
Gambar 3. 12 gambar penampang belakang prototype panel surya	26
Gambar 3. 13 penambahan sealant pada panel surya.....	27
Gambar 3. 14 penukaran data dan peralatan saat dirangkai	28
Gambar 4. 1 perbandingan hasil daya tidak menggunakan dan menggunakan pendingin.....	38
Gambar 4. 2 perbandingan hasil kenaikan suhu menggunakan dan tidak menggunakan pendingin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 hasil nilai arus dan tegangan menggunakan dan tidak menggunakan pendingin.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 grafik persamaan nilai daya berdasarkan persamaan intensitas cahaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 grafik suhu menggunakan dan tidak menggunakan pendingin berdasarkan persamaan nilai intensitas cahaya.....	41
Gambar 4. 6 grafik perbandingan nilai arus dan tegangan terhadap persamaan perubahan nilai intensitas cahaya.....	45
Gambar 4. 7 grafik pembagian zona berdasarkan nilai rata rata hasil daya berdasarkan persamaan intensitas cahaya	47
Gambar 4. 8 grafik zona 1 nilai daya dibawah suhu ideal	48
Gambar 4. 9 grafik zona 2 nilai daya pada suhu kerja.....	50
Gambar 4. 10 grafik zona 3 nilai daya memasuki suhu puncak	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 pengujian panel surya tidak menggunakan pendingin	29
Tabel 4. 2 pengujian panel surya menggunakan pendingin	33
Tabel 4. 3 Data perbandingan perbedaan suhu	42
Tabel 4. 4 data perbandingan perbedaan hasil daya zona 1	47
Tabel 4. 5 data perbandingan perbedaan hasil daya zona 2	49
Tabel 4. 6 data perbandingan perbedaan hasil daya zona 3	50
Tabel 4. 8 tabel waktu nyala dan mati pada perangkat sistem pendinginan	52
Tabel 4. 9 tabel daya kenaikan sistim pendinginan setelah penambahan beban kipas dan pendingin	52

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1	59
lampiran 2	88



ABSTRAK

Panel surya merupakan salah satu pilihan ketika kehidupan didesak untuk menerapkan pembangkit listrik dengan menggunakan energi terbarukan. Energi yang digunakan pada panel surya adalah paparan sinar cahaya matahari. Teknologi panel surya memiliki potensi besar jika diterapkan di wilayah negara Indonesia yang memiliki iklim tropis serta dilewati garis katulistiwa. Permasalahan utama pada panel surya adalah efisiensi terhadap konversi cahaya matahari menjadi gaya gerak listrik (GGL). Beberapa factor pengaruh efisiensi tersebut antara lain fluktuasi intensitas cahaya matahari, pengaruh bayangan, serta khususnya penurunan efisiensi kenaikan suhu tinggi pada keadaan titik puncak intersitas matahari terhadap daya yang dihasilkan. Yang seharusnya titik puncak intensitas cahaya matahari menghasilkan daya maksimal akan tetapi akibat ada kenaikan suhu tinggi mengakibatkan konversi menjadi energi listrik berupa hasil daya berkurang. Sehingga diperlukan pemodelan pendinginan untuk mengejar penurunan efisiensi daya pada kenaikan suhu tinggi.

Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian pengaruh penerapan pendinginan pada modul panel surya, dengan mengejar nilai penurunan suhu pada tiap sel surya yang dirangkai sedemikian rupa pada modul. Dengan pemodelan prototype yang sudah di desain dilakukan pendinginan dengan mengalirkan air hingga memenuhi kapasitas dalam lapisan bawah panel. Untuk membandingkan hasil daya dilakukan dua tahapan pengukuran sebelum dan sesudah dialirkan pendinginan pada panel dengan tolak ukur data nilai intensitas cahaya. Pengukuran dilakukan dengan pencatatan setiap terjadi kenaikan intensitas cahaya. pengukuran daya dibantu dengan adanya mppt untuk mengejar daya maksimum yang dapat diserap dalam setiap nilai intensitas radiasi cahaya matahari.

Nilai daya yang dihasilkan memiliki 3 nilai karakteristik zona terhadap perubahan suhu pada panel surya. Pada zona 1 pengaruh pendinginan justru mengakibatkan penurunan daya rata rata sebesar -4.175 watt dan efisiensi -77.23%. pada zona 2 didapatkan kenaikan daya rata rata sebesar 0.754 watt dengan nilai efisiensi sebesar 3.87%. Pada zona 3 didapatkan kenaikan daya rata rata sebesar 7.5 watt dan nilai persentase sebesar 11.35%

Kata kunci : *prototype pendinginan radiator panel surya, perubahan suhu pendinginan, efisiensi daya*

ABSTRACT

Solar panels are an option when life is urged to implement electricity generation using renewable energy. The energy used in solar panels is exposure to sunlight. Solar panel technology has great potential if applied in the territory of Indonesia, which has a tropical climate and is crossed by the equator. The main problem with solar panels is the efficiency of converting sunlight into electromotive force (EMF). Several factors that influence the efficiency include fluctuations in the intensity of sunlight, the effect of shadows, and in particular the decrease in the efficiency of increasing high temperatures at the peak point of solar intensity on the power generated. The peak point of sunlight intensity should produce maximum power, but due to an increase in high temperature, the conversion into electrical energy in the form of reduced power results.

So that cooling modeling is needed to pursue a decrease in power efficiency at high temperature increases. In this study, the method of testing the effect of cooling on the solar panel module is used, by pursuing the temperature drop value for each solar cell that is arranged in such a way on the module. By modeling the prototype that has been designed, cooling is carried out by flowing water until it meets the capacity in the bottom layer of the panel. To compare the power results, two stages of measurement were carried out before and after cooling was flowed to the panel with the benchmark data for light intensity values. Measurements were made by recording each time there was an increase in light intensity. Power measurement is assisted by the MPPT to pursue the maximum power that can be absorbed in each value of the intensity of solar radiation.

The resulting power value has 3 zone characteristic values to changes in temperature on the solar panel. In zone 1 the cooling effect actually resulted in a decrease in average power of -4.175 watts and efficiency of -77.23%. in zone 2, the average power increase is 0.754 watts with an efficiency value of 3.87%. In zone 3, the average power increase is 7.5 watts and the percentage value is 11.35%

Keywords: solar panel radiator cooling prototype, changes in cooling temperature, power efficiency

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Disahkan undang undang terhadap penekanan limbah fosil. kebutuhan energi terbarukan. pengembangan teknologi terbarukan panel surya dengan konversi energi cahaya matahari menjadi listrik, permasalahan utama panel surya efisiensi rendah, ditambah adanya factor penurunan performa Ketika suhu tinggi yang sangat disayangkan hal itu terjadi Ketika pada fase radiasi maksimum puncak. solusinya dengan menganalisa sebuah mekanisme pendinginan terhadap panel untuk menaikkan fungsi efisiensi hasil daya output panel surya

Panel surya merupakan sebuah perangkat inti pembangkit listrik energi terbarukan, yang memiliki fungsi utama merubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sesuai dengan undang undang energi yang memiliki tujuan utama penekanan produksi limbah karbon ke udara, sehingga panel surya merupakan salah satu pilihan Ketika peraturan undang undang tersebut telah berlaku dan hingga sekarang mulai diterapkan secara bertahap. Didukung dengan adanya peraturan export dan import energi listrik dari PLN. serta dituntutnya penggunaan energi terbarukan untuk memproduksi hydrogen sebagai bahan fuel cell yang diharuskan menggunakan konversi energi dari energi terbarukan (panel surya). Panel surya memiliki potensi penyerapan energi yang besar pada bidang wilayah yang dilewati garis katulistiwa. Yaitu garis titik panas tertinggi yang dapat diterima oleh bumi khususnya sebuah luas bidang pada suatu negara, sehingga Indonesia memiliki potensi yang tinggi. Teknologi panel surya memiliki efisiensi penyerapan energi kurang efisien Ketika terdapat beberapa kondisi diantaranya arah sinar matahari yang bergerak sesuai rotasi bumi pada setiap waktunya, dan pada titik radiasi paling tinggi, sebuah sistim panel surya akan mendapat paparan panas yang maksimal di siang hari. Iradiasi yang tinggi bagus pada penyerapan energi dan hasil konversi yang tinggi. hasil konversi tersebut dapat dimaksimalkan dengan menyerap hasil keluaran listrik dengan

manajemen sebuah alat MPPT (maksimum power poin tracking) dengan tujuan utama menyerap daya semaksimal mungkin dan mengumpukan pada baterai maupun load, tapi sayangnya pada kondisi intensitas cahaya matahari tertinggi tersebut panel surya juga memiliki efek penurunan efisiensi hasil daya yang dipengaruhi oleh meningkatnya suhu panel secara drastis[1].

Dengan adanya penurunan hasil daya yang didapat. Semakin menambahnya penurunan efisiensi daya terhadap luas bidang panel yang digunakan ini menimbulkan rugi rugi . Dalam penelitian ini digunakan metode komparasi dengan melakukan pengujian pengaruh pendinginan suhu permukaan terhadap efisiensi hasil daya keluaran panel surya . dengan penambahan pendinginan berupa cairan pada sisi bidang panel surya . dan mengamati perubahan hasil daya output yang terjadi pengujian ini dilakukan pada setiap kenaikan nilai radiasi matahari terhadap hasil daya keluaran yang didapatkan dan agar didapatkan hasil pengaruh perubahan suhu terhadap perubahan efisiensi daya yang dihasilkan panel surya[1].

Pada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, pendinginan dilakukan dengan penambahan heatsink dan pemberian cairan berupa air laut, air mineral dan larutan cooling water. Dari hasil pengujian dan analisa dengan simulasi pencahayaan lampu menggunakan sistem pendingin heatsink panel surya vertikal menghasilkan efisiensi lebih baik dibandingkan dengan panel surya vertikal, yaitu 17.39%, sedangkan panel surya fleksibel menggunakan heatsink sebesar 15.30%. Dari hasil pengujian dan Analisa dengan simulasi pencahayaan matahari langsung dengan system tanpa pendingin heatsink telah didapatkan hasil Analisa atau percobaan bahwa panel surya fleksibel menghasilkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan panel surya vertikal, yaitu 19.39%, sedangkan panel surya vertikal mempunyai efisiensi 18.55%. dari hasil percobaan dan Analisa dengan simulasi pencahayaan lampu tanpa menggunakan system pendingin heatsink dari hasil percobaan dan Analisa telah didapatkan bahwa panel surya vertikal menghasilkan efisiensi yang lebih baik dari pada panel surya fleksibel, yaitu 18.50%, sedangkan panel surya fleksibel menghasilkan efisiensi sebesar 17.37%[2].

Pada penelitian selanjutnya diterapkan sebuah pendinginan pasif, pendinginan ini tidak menggunakan sistem terintegrasi sehingga pemodelan

hanya menggunakan media air untuk dilakukan perendaman pada bidang belakang panel dengan hasil berikut. Daya keluaran mencapai rata-rata 47,71 % lebih tinggi dari panel tanpa pendingin. Nilai efisiensi 6,24 %, lebih tinggi 6,04 % dari pendingin air dan pendingin heat-sink erta 53 % lebih tinggi dari panel dasar[1].

Pada penelitian selanjutnya dikatakan bahwa Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa penggunaan fuzzy logic dapat mengatur kecepatan air untuk pendinginan pada panel sehingga dapat dikatakan bahwa sistem pendingin untuk panel surya cocok digunakan di daerah tropis, karena sinar matahari sangat berlimpah dan terlebih lagi di area jalur khatulistiwa. Pada penelitian ini diterapkan kontrol dengan aliran air menggunakan fuzzy logic [3].

Sehingga pada penelitian kali ini penulis menerapkan sistem pendinginan berupa radiator dengan tujuan utama untuk meningkatkan nilai keandalan sistem, dan penggunaan peralatan yang dapat secara langsung dapat memantau beberapa indikator tambahan berupa suhu lapisan dalam yang bersentuhan langsung dengan sel panel surya dan penggunaan radiator dengan pendukung kipas pendingin dapat membuat peralatan lebih berkesinambungan dalam hal usia penggunaan panel (dengan diadakan kajian dan penelitian lain). Sesuai dengan lokasi di indonesia dengan iklim tropis dan waktu panas matahari yang cukup panjang dapat mendukung penggunaan panel surya dengan lebih efisien dalam segi penempatan pada wilayah ini.

1.2 Perumusan Masalah

perumusan masalah memiliki beberapa point utama sehingga tertulis sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan desain penerapan dan sistem pada penggunaan prototype pendinginan yang digunakan
2. berapa hasil pengaruh nilai tegangan, arus, daya, perubahan suhu yang dihasilkan setelah dilakukan pengukuran tanpa pendingin dan setelah diterapkan pendinginan. Serta berapa nilai perbandingan persentase hasil daya pada saat sebelum dan setelah dilakukan penambahan pendinginan panel surya terhadap pembagian zona grafik.
3. Bagaimana pengaruh keuntungan yang didapatkan setelah penerapan pendinginan radiator pada panel surya

1.3 Batasan Masalah

untuk membatasi isi penelitian pada tugas akhir ini penulis akan membatasi masalah pada

1. menganalisa pengaruh perubahan besar suhu cairan pendingin terhadap hasil daya keluaran yang dihasilkan pada panel surya 100wp
2. penelitian dilakukan pada tanggal 1 sampai 7 november 2021
3. panel surya diposisikan tanpa terhalang Gedung, bangunan, pohon serta bayangan yang dapat mempengaruhi hasil radiasi matahari yang diterima
4. panel surya di lokasikan pada titik kebun sesuai dengan titik bujur dan lintang ($7^{\circ}06'58.4''S$ $110^{\circ}24'56.3''E$)
5. tidak membahas mengenai sudut arah berdasarkan pantulan sinar datang matahari
6. tidak membahas tentang sistim kerja MPPT
7. beban murni dialokasikan untuk pengisian baterai wall lithium ion 3s 20ah dan dibuang ke beban lampu 12v dengan daya tertera 35w
8. pengukuran luxmeter ditempatkan pada sudut yang sama terhadap panel surya
9. penggunaan sumber daya pompa air dipasang secara terpisah agar tidak mempengaruhi hasil pengukuran

1.4 Tujuan

tujuan tugas akhir ini ditulis sebagai berikut

1. mendapatkan pengaruh hasil penerapan prototype pendinginan panel surya dengan menggunakan air dan radiator pendingin
2. mendapatkan hasil perubahan dan perbandingan sebelum dan sesudah diterapkan pendinginan menggunakan pendingin radiator dengan point ukur berupa nilai tegangan, arus, daya, perubahan suhu dan persentase efisiensinya
3. mendapatkan nilai keuntungan setelah penerapan sistim pendinginan pada panel surya

1.5 Sistematika Penulisan

tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, dengan masing masing bab berisi:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat penulisan tugas akhir, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas konsep serta prinsip dasar yang diuraikan secara relevan dengan topik serta subyek penelitian yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian dan untuk merumuskan hipotesis yang ada.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan secara rinci metode penelitian meliputi: pengujian pengaruh perubahan suhu pendinginan pada bidang panel surya terhadap hasil keluaran daya panel surya data-data penelitian dan flowchart yang digunakan.

BAB IV :HASIL DAN ANALISIS

Membahas hasil penelitian berdasarkan data yang didapatkan serta menguraikan Analisa sesuai dengan hasil daya maksimal terhadap perubahan nilai suhu yang optimal.

BAB V : KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penyusunan laporan tugas akhir ini. Pada kesimpulan ini berisi tentang hasil Analisa.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Panel Surya

Modul surya (*Photovoltaic*) adalah sejumlah panel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, 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[1].

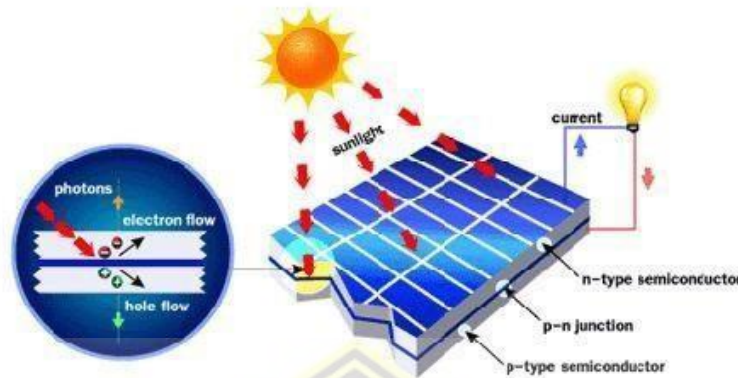
Panel surya merupakan rangkaian dari beberapa solar array (sebuah potongan satu solar cell) yang dirangkai secara seri dan paralel dengan memperhatikan polaritas kaki agar didapatkan nilai tegangan dan arus tertentu sesuai spesifikasi yang akan digunakan. Semikonduktor merupakan bahan inti pembuatan panel surya, yang dimaksud dengan bahan semikonduktor adalah bahan materi yang memiliki dua sifat yaitu konduktor dan isolator yang baik. Bahan yang sering digunakan yaitu silikon dan germanium. Bahan yang sering digunakan menggunakan bahan silikon. Pada setiap lapisan solar cell dapat menghasilkan tegangan sebesar 0.5 volt yang berasal dari lapisan semikonduktor tipe P dan tipe N[1].

Panel surya yang sudah tersusun dilindungi dengan lapisan kaca pada sisi permukaan agar didapatkan keandalan, terhindar dari paparan suhu secara langsung namun tetap mempertahankan nilai intensitas cahaya yang dapat diteruskan secara langsung ke permukaan panel surya[1].

2.1.1 Struktur dan Tipe panel surya

Panel surya berbahan dasar silikon murni dengan tingkat kemurnian hingga 99.9%. dalam proses pemurnian ini terjadi tahapan rumit dengan penambahan karbon dan dipanaskan hingga 2000°C hingga menjadi silikon mentah dengan tingkat kemurnian 98%. Bentuk silikon mentah akan diubah menjadi bentuk silikon gas dengan penambahan HCl dan kemudian dicampur dengan hydrogen agar didapatkan polycrystal yang sangat murni. Silikon ini dibentuk kembali dengan irisan sangat tipis dan menjadi sebuah lempengan tipis silikon. Dalam lempengan silikon terdapat susunan atom atom silikon yang saling terikat. keterikatan ini sangat

stabil dan memiliki nilai electron valensi sama dengan nol. Pergerakan electron dapat terjadi Ketika penambahan suntikan electron ke dalam materi sehingga terdapat Gerakan electron valensi yang dapat bergerak yang dapat mengisi lubang bebas yang dibatasi doping yang disebut daerah deplesi dalam gambar dibawah disebut pn junction dengan pergerakan electron dan foton seperti gambar dibawah



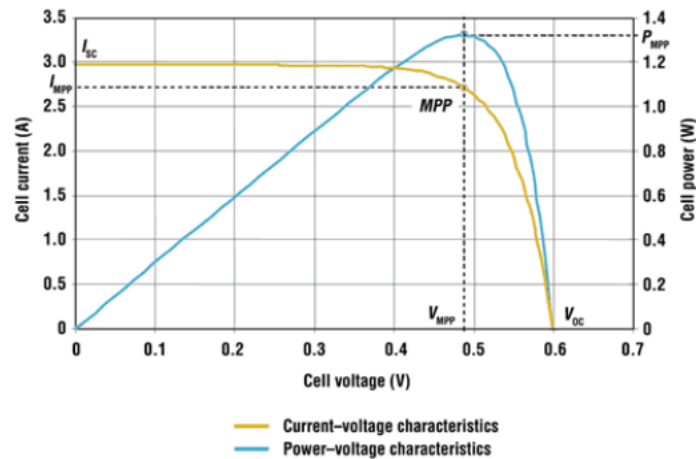
Gambar 2. 1 struktur polar dan perpindahan elektron

Setiap sel surya dihubungkan dengan busbar berupa strip tembaga, penghubungan secara seri digunakan untuk menaikkan tegangan, dimana setiap 1 sel panel surya didapatkan tegangan sekitar 0,5volt . penghubungan parallel digunakan untuk menaikkan nilai arus sehingga penggabungan keduanya dapat menaikkan nilai kapasitas daya maksimum yang dapat digunakan[2].

Ada 2 jenis tampilan yang berbeda pada panel surya, hal ini terjadi karena adanya perbedaan struktur kisi internal. Dalam panel surya polikristalin terorientasi secara acak, Ketika dilakukan 1 langkah proses kimia lebih jauh akan didapatkan monocrystalin. Sel mono cristalin memiliki nilai konduktifitas yang lebih tinggi akan tetapi harga ekonomis cukup mahal [2].

2.1.2 Karakteristik terhadap suhu

Panel surya menghasilkan keluaran arus dengan nilai bergantung pada besar tegangan. Pada datasheet sebuah panel surya diuji nilai performance berupa besaran nilai daya maksimal yang dapat dihasilkan hingga didapatkan data data spesifikasi sebelum di komersialkan. Khususnya nilai performa daya terhadap perubahan intensitas cahaya matahari yang berdampak pada perubahan suhu. Hasil daya maksimum tersebut digambarkan dengan grafik MPP seperti dibawah[3].

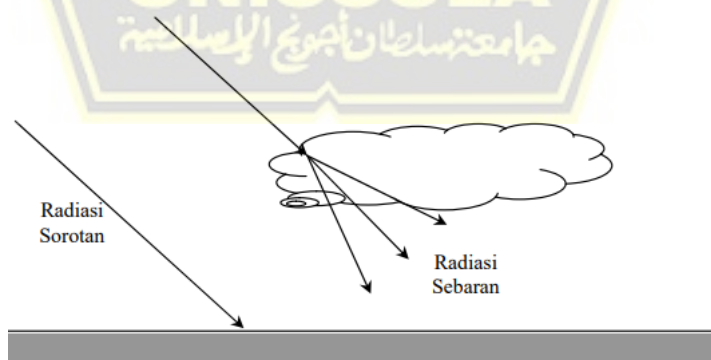


Gambar 2. 2 grafik daya maksimum

Akan tetapi pada kenyataanya di lapangan sangat banyak factor yang mempengaruhi nilai MPP. Nilai puncak MPP tidak bisa tercapai , diantaranya nilai kenaikan suhu yang mengurangi efisiensi daya yang dihasilkan hingga tidak dapat mencapai titik puncak watt peak yang tertera pada spesifikasi panel surya[3].

2.1.3 Paparan cahaya matahari

Intensitas cahaya matahari merupakan bentuk dengan pengurangan berupa penyerapan serta pemantulan oleh atmosfer bumi sebelum sampai ke permukaan bumi. Pengurangan nilai radiasi ini disebabkan oleh lapisan ozon di atmosfer . lapisan ozon menyerap gelombang-gelombang pendek ultraviolet. Serta ada peran karbon dioksida yang menyerap gelombang panjang seperti inframerah. Selain itu jugaterdapat factor lain berupa molekul-molekul gas uap air, debu, kotoran karbon padat, dan partikel lainnya sebelum sampai ke bumi[4].

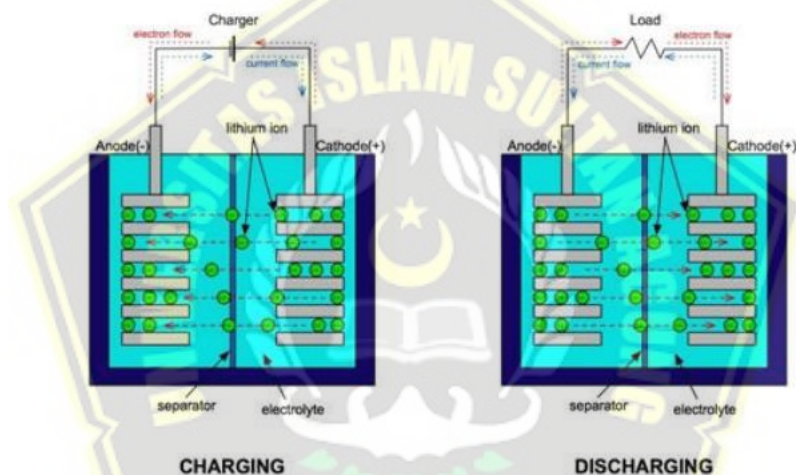


Gambar 2. 3 ilustrasi pengaruh besaran intensitas cahaya

2.2 Baterai lithium ion

2.2.1 Karakteristik baterai lithium ion

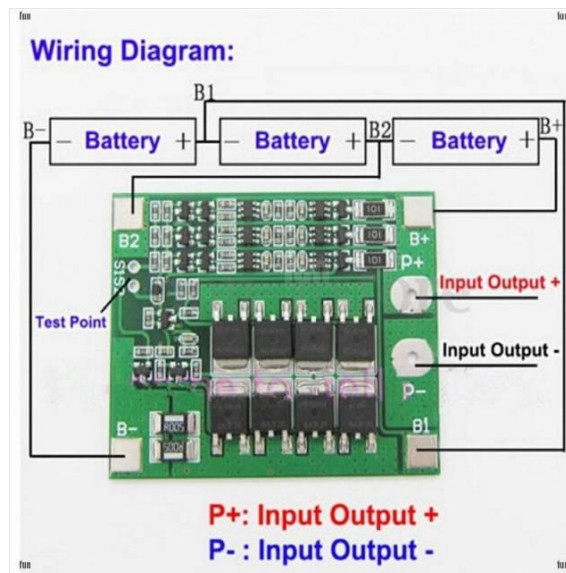
Pemilihan baterai lithium ion dilakukan karena mempertimbangkan *dod cycle* dan masa hidup yang lebih lama dibanding baterai konvensional. Baterai lithium memiliki 4 komponen penting berupa anoda, katoda, elektrolit dan separator. Terdapat beberapa siklus pada baterai yang pertama siklus charging atau pengisian, electron dari katoda mengalir menuju anoda dalam waktu yang bersamaan terjadi perpindahan ion lithium dalam larutan terjadi ionisasi dan perpindahan ion lithium dari struktur kristal ke struktur kristal yang lain melewati separator yang terdapat pada lapisan. Pada proses discharging (pelepasan) electron dari anoda mengalir ke katoda dengan rangkaian tertutup pada kutub baterai (load). Pada kondisi ini electron mengalir karena ada kondisi dimana katoda memiliki kondisi kekurangan electron sehingga terjadi aliran electron menuju katoda[5].



Gambar 2. 4 perpindahan electron fase charging dan discharging

2.2.2 Bms (battery management system)

BMS merupakan sebuah rangkaian dengan fungsi utama menyeimbangkan tegangan pada tiap masing masing cell baterai yang dirangkai. Pada penggunaan terdapat input dan output point yang diatur dengan kontroler dan penggunaan mosfet sebagai gerbang kontak antara tegangan yang satu parallel tiap baterai dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 5 board BMS (baterai management system)

Dalam algoritma yang diterapkan pada bms ada bermacam macam salah satu contoh yang digunakan adalah menggunakan algoritma Kalman filter yang didapatkan nilai sangat efisien dalam memperbaiki pembacaan data over current dan over discharge sehingga tingkat keamanan dan Kesehatan cell baterai lithium dapat dijaga. Bms memiliki peranan penting dalam penjaagaan nilai kapasitas dan khususnya nilai tegangan maksimum dalam hal ini penggunaan baterai lithium ion dengan rentanga tegangan kerja di 3,7volt hingga 4,2vol pada kondisi penuh , dengan ditambahkannya bms kondisi baterai lithium dapat terjaga dan usia pakai baterai dapat dimaksimalkan[5].

2.3 Solar charger controller

Pemasangan panel surya secara langsung tanpa menggunakan controller adalah pilihan yang salah. Karena pada produksi daya listik menggunakan sumber panel surya memiliki nilai variable yang sangat sensitive terhadap perubahan besarnya nilai radiasi matahari, sehingga berdampak lansung pada nilai tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya. Pada penerapan system penangkapan daya sudah ada bebearapa alat yg bisa digunakan antara lain scc solar charge controller, akan tetapi pada penelitian digunakan tipe mppt maximum power point tracking agar didapatkan daya yang lebih maksimal untuk disalurkan pada beban maupun dalam pengisian batterai[6].

2.5.1 Dc-dc converter

Terbagi menjadi 2 bagian

1. Boost converter rangkaian elektronika yang digunakan untuk meregulasi tegangan dc direct current menjadi dc dengan nilai tegangan yang lebih tinggi atau lebih rendah dengan tipe polaritas yang sama

2. Switching converter

Switching converter memiliki fungsi sama dengan boost converter akan tetapi penggunaan transistor switching dan mosfet agar didapat pensaklaran daya yang lebih optimal sesuai dengan waktu switching yang telah ditetapkan pada rangkaian. Switching yang dimaksud adalah 2 keadaan dimana nilai on dan off sesuai dengan lama waktu yang telah ditentukan dan diumpan ke mosfet untuk penguatan daya ke rangkaian induktansi penaik atau penurun tegangan[6].

2.5.2 Boost buck converter pwm

Semua regulator tegangan menggunakan metode switching converter yang merupakan bentuk dari output regulasi tegangan variable dikenal sebagai pwm pulse width modulation, pwm merupakan bentuk gambaran dari sebuah nilai 1 dan nol dengan interval waktu tertentu sehingga didapatkan bentuk gelombang kotak, dengan waktu 1 dan nol berupa T_{on} dan T_{off} dalam satu periode gelombang yang dibangkitkan. Pwm juga disebut sebagai duty cycle pada saat sebuah pembangkitan dengan Panjang waktu yang telah ditetapkan dengan nilai waktu 1 impuls on dan off terhadap 1 gelombangnya. Boost buck disebut juga dengan teori hill climbing kenaikan daya berdasarkan respon daya inputnya[9]

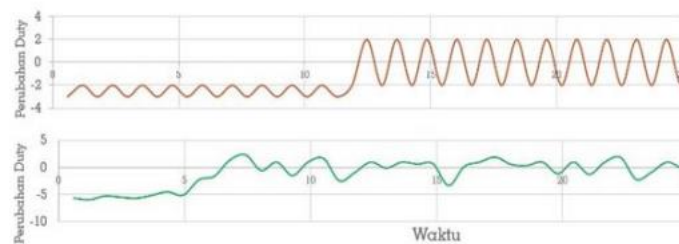
2.5.3 Algoritma mppt

1. Pertube and observe

Mppt merupakan kepanjangan dari maksimum powerpoint tracking . dengan tujuan utama mencari nilai titik tertinggi daya maksimum pada sebuah inputan daya variative. Penentuan titik maksimum pengambilan daya tersebut dapat menggunakan cara *pertub and observe*, *incremental conductance*, *dynamic approach* dan *temperature methods*[8].

2. Mppt fuzzy

Mppt dengan kontrol logika *fuzzy* memiliki respon jauh lebih baik disbanding dengan kontrol *hill climbing*, pada mppt *fuzzy* menerapkan perubahan duty tidak constant sehingga memiliki keunggulan penyesuaian kontanta terhadap kondisi daya output yang sedang berlangsung berikut perbandingan logika *fuzzy* dan metode *hill climbing* terhadap perubahan waktu[8].



Gambar 2. 6 grafik perbedaan *cycle mppt* dengan *boostbuck* konvensional

2.4 Tolak ukur panel surya

Panel surya memiliki output berupa nilai tegangan dan arus, Ketika terjadi rangkaian terbuka tidak terhubung dengan beban maka akan terjadi kondisi dimana nilai arus isc nol . keadaan berubah ketika pembebanan dipasang maka akan muncul nilai tegangan dan arus. Kedua nilai ini dapat dihitung menjadi nilai daya keluaran dengan kapasitas maksimum pada sebuah panel surya dapat dikatakan sebagai W_p atau watt peak. Watt peak atau daya puncak dapat dihasilkan Ketika sebuah panel surya mengalami radiasi maksimum. Sehingga dapat menghasilkan nilai keluaran maksimum. Rumus rumus yang berkaitan dengan perhitungan daya antara lain

- 2.4.1 Daya merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus .Nilai daya ini dapat dihitung dengan rumus daya:

$$P = V \times I \quad (1)$$

keterangan

P = daya keluaran

V= tegangan

I= arus

Rumus tersebut berlaku pada saat terjadi rangkaian terbuka maupun tertutup.[11]

- 2.4.2 perhitungan luas penampang panel surya berkaitan dengan luas dimensi permukaan panel surya . luas dapat dihitung dengan pengkalian variable panjang dan lebar hingga didapatkan besaran luas dengan satuan meter.

$$A = P \times L \quad (2)$$

Keterangan

A= luas penampang

L= lebar panel surya

P= Panjang panel surya[10].

- 2.4.3 besaran volume pendinginan pada pemodelan

$$V_x = P \times L \times T \quad (3)$$

Keterangan

V_x =volume bidang

P = Panjang bidang panel surya

L = lebar

T= tinggi[9].

- 2.4.4 perhitungan nilai selisih daya

$$\Delta P = P_b - P_a \quad (4)$$

Keterangan

ΔP = selisih daya

P_a = daya sebelum penambahan pendingin

P_b =daya sesudah penambahan pendingin

- 2.4.5 perhitungan daya rata rata

$$P_{rata\ rata} = \frac{P_1 + P_n}{n} \quad (5)$$

$P_{rata\ rata}$ = nilai daya rata rata

P_1 = nilai daya dengan urutan 1

P_n = nilai daya dengan urutan sebanyak n
 n = banyaknya nilai variasi daya sebesar n

2.4.6 perhitungan nilai efisiensi didapatkan dengan menggunakan banyaknya daya sampel yang dihasilkan pada rentang konstanta dan pemasukan rumus pengurangan dengan daya sesudah penerapan penelitian dikurangi daya sebelum penerapan hingga dikalikan 100% .

$$\eta = \frac{W_s - W_p}{W_p} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan

η = nilai efisiensi

W_s = nilai daya sesudah penerapan pendinginan

W_p = nilai daya sebelum penerapan pendinginan[11].

2.4.7 besaran perbedaan nilai suhu, didapatkan dari selisih perbedaan nilai suhu dengan sesudah penerapan pendinginan dikurangkan nilai suhu sebelum diterapkan pendinginan. Niali suhu menggunakan satuan °C.

$$\Delta T = T_a - T_b \quad (7)$$

ΔT = nilai perbedaan suhu

T_a = nilai suhu sebelum penerapan pendinginan

T_b = nilai suhu setelah penerapan pendinginan[12].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada tugas akhir ini penulis melakukan metode penelitian dengan 2 tahapan , yaitu pengamatan dan uji coba secara langsung (action research), sehingga proses penelitian menggunakan perangkat computer, pengamatan langsung yang terjadi di lapangan, studi literatur jurnal, karya ilmiah studi kasus dari berbagai sumber khususnya bidang elektronika. Penjelasan secara rinci dijabarkan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di kota ungaran kab semarang jawa tengah. Mulai tanggal 1 november sampai 7 november 2021. Waktu penelitian berlangsung selama matahari mulai memancacrkan cahaya hingga nilai radiasi tertinggi berdasarkan alat ukur cahaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. luxmeter



Gambar 3. 1 luxmeter

2. Alat pengukur intensitas cahaya

Digunakan sebagai acuan pengukuran berdasarkan tingkat intensitas cahaya matahari yang terpapar.



Gambar 3. 2 thermometer digital

3. Thermometer yang digunakan tipe kontak ditempel langsung pada bidang panel surya sehingga didapat suhu akurat berdasarkan suhu panel secara langsung



Gambar 3. 3 MPPT (maksimum power point tracking)

4. Pada system pengujian mppt digunakan untuk menyerap daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh panel surya

Spesifikasi mppt :

1. system baterai : 12v/24volt
2. arus pengisian I_{cc} : 50A
3. arus pelepasan I_{cd} : 20A
4. maksimum tetegangan panel : 50V
5. maksimum input daya :1200w 24v 650w 12v

3.2.2. Bahan

1. panel surya (solar panel)

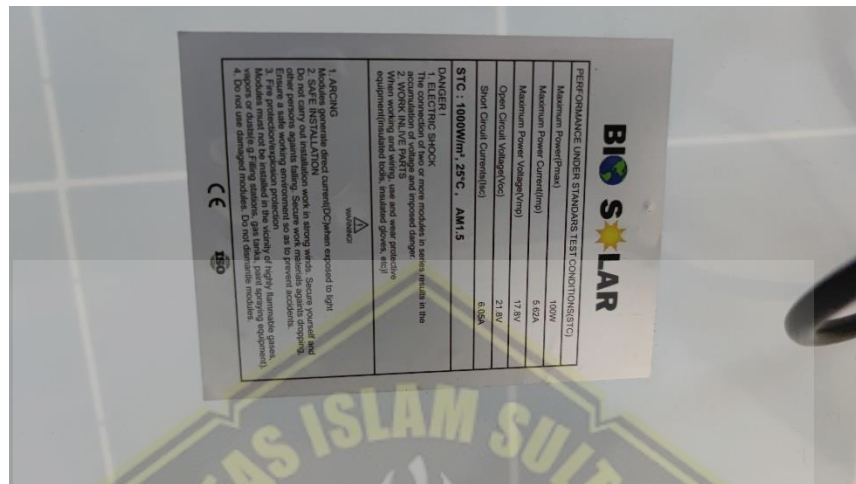


Gambar 3. 4 panel surya

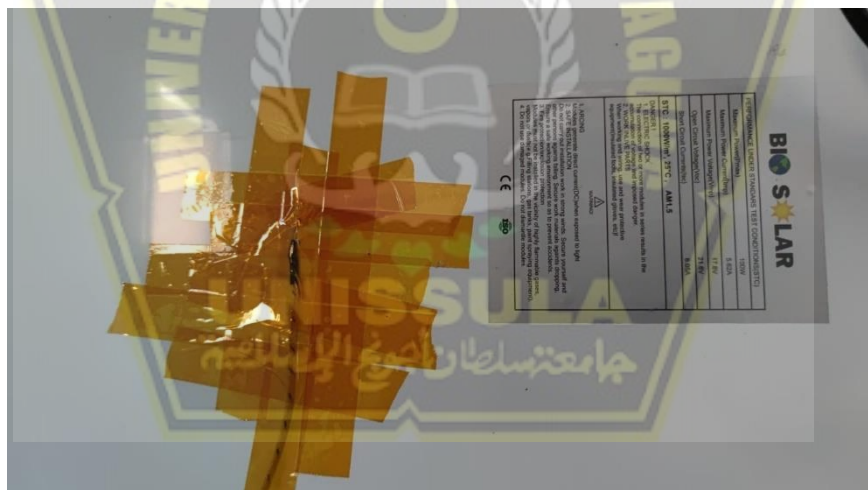
Solar panel yang dipakai memiliki spesifikasi sebagai berikut
modul panel surya polycrystalline 100WP biosolar

1. P_{max} :100WP
2. Efisiensi cell :16.93%
3. V_{mp} :17.8V
4. I_{mp} : 5.62 A
5. V_{oc} :21.8v
6. I_{sc} :6.05A
7. Power toleransi : +-3%

8. Max system 1000v dc
9. Dimensi : 1000x670x30mm
10. Ir radiance 1000w/m²



Gambar 3. 5 spesifikasi panel surya



Gambar 3. 6 pemasangan sensor suhu pada panel surya

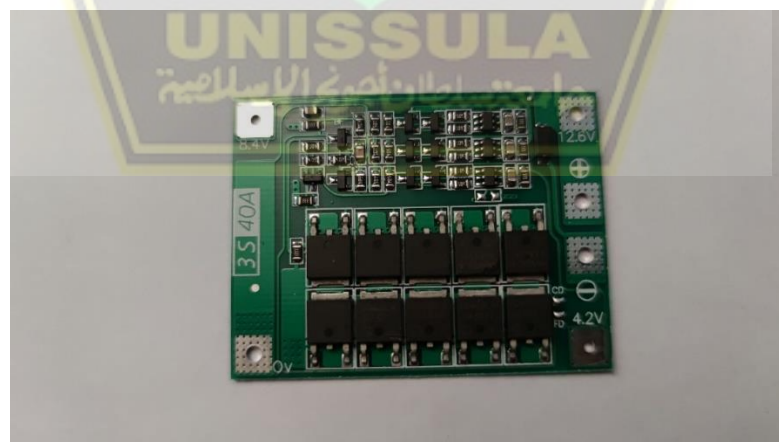
2. baterai pack lithium ion



Gambar 3. 7 baterai lithium ion 18650 1cell

Baterai yang digunakan dirangkai dalam sebuah kesatuan dengan nilai 3s 1p. Artinya dipasang secara serial 3 kali dan secara parallel 18 kali. Dimensi 18650 kapasitas per cell 2800 mah. Jenis baterai yang digunakan bertipe lithium ion. Baterai lithium ion memiliki deep cycle, Penggunaan daya hingga habis yang baik dan umur yang Panjang

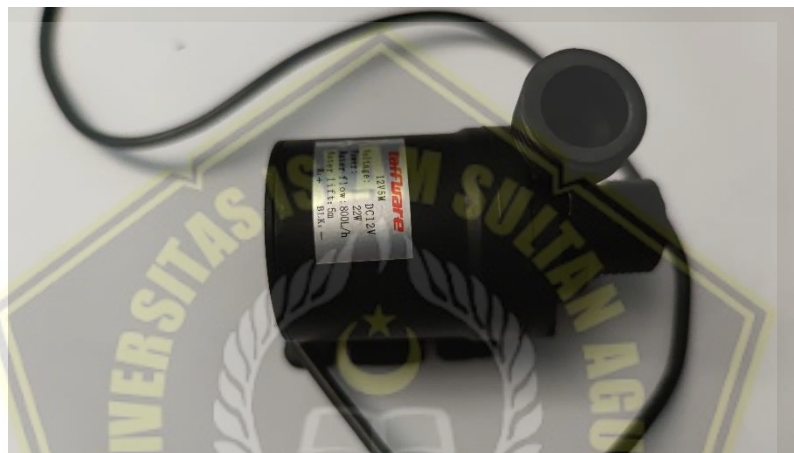
3. bms battery management system



Gambar 3. 8 BMS battery management system

Baterai management system berfungsi untuk mengatur penyeimbangan tegangan pada masing masing cell. Pada baterai lithium keseimbangan cell sangat penting agar salah satu baterai tidak terkuras habis pada pengisian tegangan yang bernilai paling rendah. Penyeimbangan tegangan pada setiap baterai sudah diatur oleh controller pada rangkaian BMS

4. pompa air 12v 22w



Gambar 3. 9 pompa air dc 12v 22w

Memiliki fungsi utama untuk mengalirkan air dengan tujuan mengalirkan sir panas yang berasal dari panel surya menuju radiator guna pendinginan. Pompa air ini menggunakan tegangan 12 vol dengan rating daya sebesar 22 watt pada speed maksimum, pada penerapan hanya digunakan daya sebesar 6 watt untuk menyesuaikan kecepatan arus air yang mengalir.

5. radiator pendingin



Gambar 3. 10 Radiator dan kipas pendingin

Radiator memiliki fungsi utama membuang hawa panas, air yang memiliki suhu panas dialirkan didalam penampang radiator dan didinginkan dengan hembusan angin dari kipas. Kipas ini menyala otomatis sesuai dengan suhu yang dibaca pada sensor suhu otomatis yang langsung menyalakan kipas angin pada suhu yang telah ditentukan

6. otomatis triger suhu



Gambar 3. 11 Otomatis kontrol suhu

Otomatis kontrol suhu memiliki fungsi utama untuk menyalakan triger pompa air dan kipas pendingin pada radiator, suhu ini telah ditentukan berdasarkan trial error, titik suhu tersebut didapat dari nilai pengukuran.

3.3 Penentuan titik lokasi penelitian

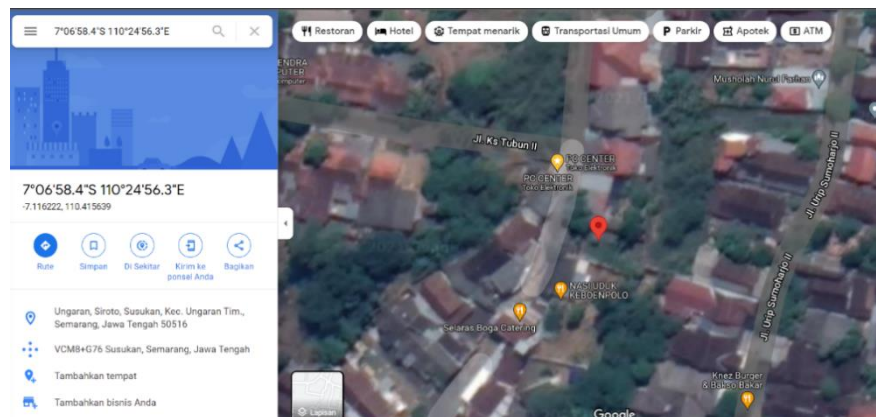
Pengujian ini dilakukan pada lokasi ($7^{\circ}06'58.4''\text{S}$ $110^{\circ}24'56.3''\text{E}$) sebuah kebun di desa bandarjo kota ungaran kab semarang jawa tengah dengan waktu yang ditentukan pada jam 6.00 hingga 18.00. kondisi panel surya dioptimalkan tanpa ada gangguan penghalang pohon bangunan Gedung dan bayangan lain

Air yang digunakan adalah air sumur dengan suhu yang berbeda dengan kondisi suhu panel surya dengan nilai data sebelum penerapan terukur 26°C

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan 2 tahapan, yaitu pengamatan dan uji coba secara langsung. Metode penelitian yang pertama adalah penulis melakukan pengamatan menentukan lokasi yang tepat untuk diterapkan peletakan panel surya sehingga panel dengan bebas mendapatkan pancaran sinar matahari langsung. Dengan lokasi yang diobservasi sebelumnya di sebuah kebun lokasi desa bandarjo kota ungaran kab semarang dengan titik ($7^{\circ}06'58.4''\text{S}$ $110^{\circ}24'56.3''\text{E}$)

Model penelitian yang kedua dengan menetapkan desain arah aliran pendinginan yang dilakukan dalam uji coba serta peletakan thermometer kontak yang menempel secara langsung pada bidang panel surya agar didapatkan suhu yang akurat. Sehingga didapatkan metode komparasi dalam penelitian. Penentuan letak lokasi berdasarkan peta google cr copyright 2020

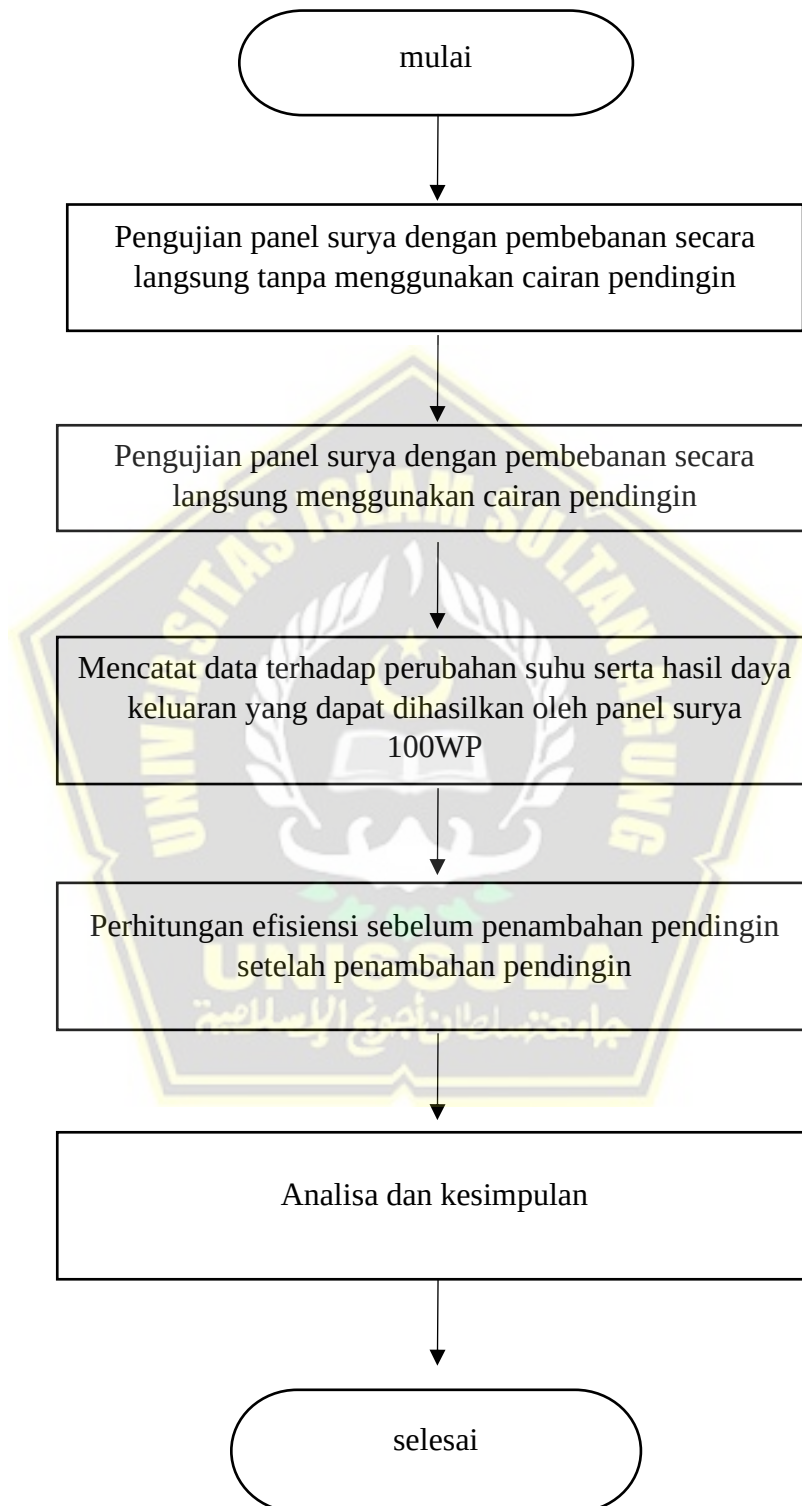


Gambar 3. 12 peta wilayah penelitian



3.5 Prosedur Penelitian

Gambaran urutan penelitian dari Langkah kerja yang dapat dilihat dari diagram blok berikut ini pada gambar



3.5.1 pengujian paparan sinar untuk mengetahui nilai tegangan dan nilai radiasi antara pukul 06.00 hingga 18.00 Didapatkan nilai tegangan berdasarkan open circuit tanpa beban dalam table

Kondisi ini dilakukan pengukuran setiap 30 menit sekali, dan pemantauan pengambilan data dilakukan setiap terjadi kenaikan intensitas cahaya sebesar 1000lux dan kelipatannya.



Gambar 3. 13 pengujian hasil keluaran panel surya

Pada panel surya dilakukan modifikasi agar panel surya dapat memiliki bidang pendinginan yang diperlukan, tidak merembes pada penggunaan media cairan pendingin.

3.5.2 pengujian kenaikan suhu dan daya keluaran sebagai acuan penelitian terhadap hasil daya maksimal yang dihasilkan

Pengambilan data suhu terhadap daya keluaran sebanding dengan waktu sangat penting pada penelitian ini, pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan data hasil suhu panel terhadap hasil daya keluaran murni dengan langsung memberikan beban baterai pack yang sudah dirakit

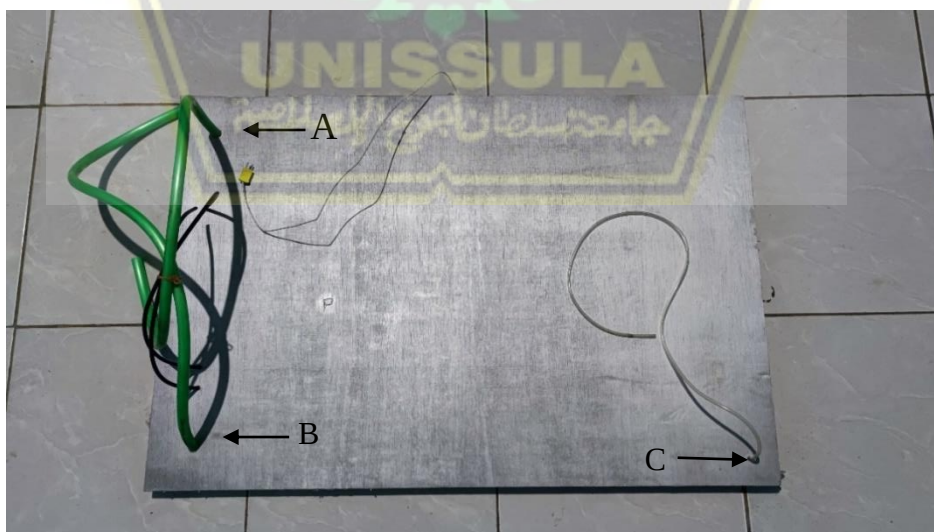
Pengambilan data ini sesuai dengan urutan waktu yang telah ditentukan mulai dari pukul 06.00 hingga 15:00 hasil data ini kemudian dicatat untuk penerapan hari berikutnya

3.5.3 pengujian penambahan cairan pendingin terhadap perubahan daya maksimal yang dapat dihasilkan pada panel surya

Penambahan cairan pendingin memiliki fungsi utama untuk menurunkan suhu permukaan panel surya pada paparan sinar matahari langsung. Kemudian dipantau perubahan nilai terhadap tegangan dan nilai arus terukur dan nilai daya terukur pada alat ukur. Dengan perbandingan nilai sebelum dilakukan penambahan cairan pendingin Dan setelah ditambahkan pendingin.

3.5.4 desain pendingin panel surya

Penambahan desain pada panel surya perlu dilakukan . karena secara pabrikan tidak didesain untuk menggunakan pendinginan pada panel standard.



Gambar 3. 14 gambar penampang belakang prototype panel surya

Keterangan gambar

Tanda panah A =lubang selang inlet air masuk

Tanda panah B =lubang selang outlet air keluar

Tanda panah C =lubang kontrol udara



Gambar 3. 15 penambahan sealant pada panel surya

3.6 Pengambilan Data

Pada tahapan ini pengambilan data berupa besar nilai tegangan keluaran tanpa beban pengecasan baterai dan setelah pengecasan baterai. Dan nilai tegangan dan arus maksimum yang dapat dihasilkan dengan pengukuran menggunakan wattmeter dengan memperhatikan nilai irradiasi matahari menggunakan luxmeter serta mengamati kenaikan suhu dengan menggunakan thermometer kontak secara langsung dengan panel surya . urutan pengambilan data tersebut dilakukan dengan

2 tahap dengan tahapan yang kedua menggunakan media air sebagai acuan pengukuran penurunan suhu terhadap daya yang dihasilkan



Gambar 3. 16 penukuran data dan peralatan saat dirangkai

Dengan single line diagram nya sebagai berikut



Gambar 3. 17 Single line diagram peralatan

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 DATA

Penelitian dilakukan 2 tahapan

Pertama melakukan pengukuran daya secara langsung dengan bantuan beban berupa baterai untuk charging dan menggunakan sebuah beban lampu 12v 35w Pencatatan data dilakukan pada jam dan hasil sesuai table

Kemudian dilakukan tahapan kedua dengan waktu yang beriringan di hari yang berbeda . tahapan kedua menggunakan air sebagai pendingin yang telah dibuat prototipe

Berdasarkan data yang didapat dapat di tampilkan dalam table sebagai berikut:

Tabel 4. 1 pengujian panel surya tidak menggunakan pendingin

pengujian panel surya tidak menggunakan pendinginan						
no	intensitas cahaya(lux)	suhu panel surya (°C)	Arus (ampere)	tegangan (volt)	Daya (watt)	keterangan
1	3971	24.6	0.15	11.67	1.7	
2	5314	24.7	0.21	11.09	2.3	
3	6125	24.6	0.22	11.69	2.5	
4	11910	27.7	0.43	11.76	5	
5	13070	26	0.57	11.8	6.7	
6	16380	28.3	0.62	11.27	6.9	
7	18190	26	0.74	11.28	8.3	
8	25020	34.2	0.96	11.73	11.2	

pengujian panel surya tidak menggunakan pendinginan						
no	intensitas cahaya(lux)	suhu panel surya (°C)	Arus (ampere)	tegangan (volt)	Daya (watt)	keterangan
9	26390	34.4	1	11.75	11.7	
10	27010	34.3	1.02	11.75	11.9	
11	28830	34.6	1.04	11.76	12.2	
12	29580	34.6	1.1	11.79	12.9	
13	30160	34.7	1.12	11.8	13.2	
14	31480	35	1.14	11.81	13.4	
15	32100	35.1	1.16	11.82	13.7	
16	33060	36.7	1.17	11.79	13.8	
17	34220	36.8	1.15	11.19	13.3	
18	34350	36.9	1.22	11.19	13.6	
19	36270	37	1.25	11.2	14	
20	37300	37.2	1.3	11.21	14.5	
21	39310	37.4	1.38	11.22	15.4	
22	40060	37.5	1.41	11.23	15.8	
23	41140	37.6	1.47	11.25	16.5	
24	42590	37.7	1.51	11.25	16.9	
25	45240	37.9	1.59	11.28	17.9	
26	46120	38.1	1.62	11.28	18.2	
27	47020	38.3	1.66	11.29	18.2	

pengujian panel surya tidak menggunakan pendinginan						
no	intensitas cahaya(lux)	suhu panel surya (°C)	Arus (ampere)	tegangan (volt)	Daya (watt)	keterangan
28	48020	38.6	1.69	11.3	19	
29	50430	39.2	1.76	11.31	19.9	
30	51850	40.1	1.8	11.32	20.3	
31	52150	40.2	1.84	11.33	20.8	
32	53750	41.1	1.86	11.43	25.3	
33	54640	40.4	1.91	11.39	21.7	
34	56310	40.5	1.99	11.37	22.6	
35	57990	40.6	2.04	11.37	23.1	
36	59170	40.7	2.08	11.39	23.6	
37	60100	44.5	2.24	11.5	25.8	
38	72170	41.6	2.51	11.49	28.8	
39	73120	41.9	2.53	11.49	28.9	
40	74300	42.2	2.59	11.51	29.8	
41	76120	42.3	2.68	11.54	30.9	
42	78180	42.5	2.74	11.55	31.6	
43	81530	42.8	2.78	11.55	32.1	
44	82030	54.4	3.25	11.91	38.2	
45	84890	44.3	3.11	11.64	36.2	
46	100200	62.9	3.36	11.88	39.9	

pengujian panel surya tidak menggunakan pendinginan						
no	intensitas cahaya(lux)	suhu panel surya (°C)	Arus (ampere)	tegangan (volt)	Daya (watt)	keterangan
47	129000	44.6	4.15	11.87	49.3	
48	145500	52.2	4.42	11.43	50.5	
49	151900	53.4	4.48	11.43	51.2	
50	161800	48.4	4.79	12.17	58.2	terjadi gerimis sekitar 30 menit
51	179400	64.8	4.85	12.14	58.8	
52	182200	65.4	4.97	12.17	60.4	
53	199900	66.5	5.29	12.36	65.5	

Tabel 4. 2 pengujian panel surya menggunakan pendingin

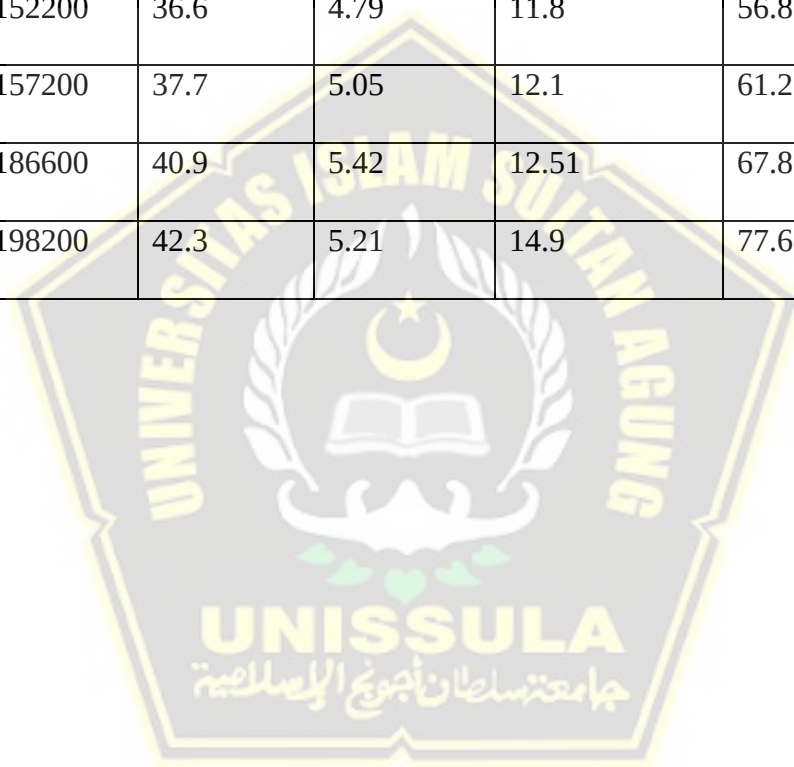
pengujian panel surya menggunakan pendingin						
no	intensitas cahaya (lux)	suhu panel surya (°C)	arus keluaran (ampere)	tegangan keluaran (volt)	Daya (watt)	keterangan
1	1000	21.2	0	11.26	0	
2	2740	23	0	11.28	0	
3	3066	22.9	0.1	11.28	1.1	
4	4421	22.7	0.14	11.3	1.5	
5	5015	22.9	0.16	11.31	1.8	
6	5983	23.1	0.21	10.74	2.1	
7	7320	23.4	0.23	11.24	2.5	
8	8098	23.5	0.26	11.27	2.9	
9	9276	24	0.32	11.3	3.6	
10	10010	23.9	0.34	11.32	3.8	
11	11460	24	0.4	11.28	4.5	
12	12180	24.1	0.42	11.31	4.7	
13	15130	24.1	0.46	11.34	5.2	
14	17020	24.1	0.47	11.35	5.3	
15	18860	24.2	0.47	11.35	5.3	
16	20250	24.2	0.47	11.36	5.3	
17	21770	24.2	0.47	11.35	5.3	

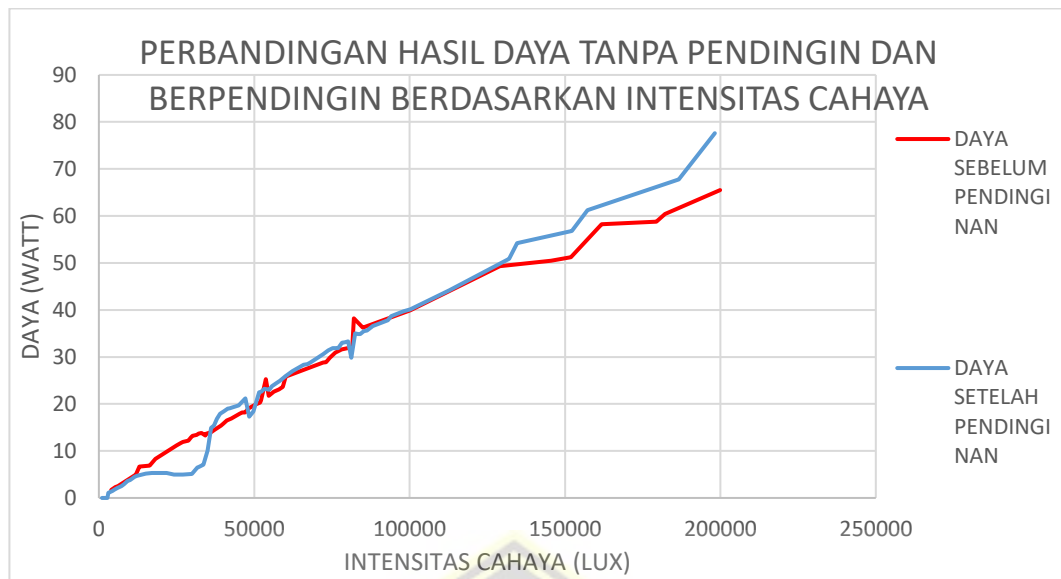
pengujian panel surya menggunakan pendingin						
no	intensitas cahaya (lux)	suhu panel surya (°C)	arus keluaran (ampere)	tegangan keluaran (volt)	Daya (watt)	keterangan
18	24170	24.2	0.47	10.81	5	
19	27050	24.3	0.47	10.7	5	
20	29920	24.5	0.48	10.76	5.1	
21	31680	25.4	0.62	10.76	6.5	
22	32230	25.5	0.62	10.76	6.6	
23	33630	26.2	0.66	10.76	7.1	
24	35020	27	0.94	11.22	10.1	
25	36120	27.6	1.37	10.93	14.9	
26	37030	27.7	1.41	10.93	15.4	
27	38010	28.1	1.54	10.96	16.8	
28	39000	28.3	1.63	10.99	17.9	
29	40100	28.6	1.63	11	18.4	
30	41520	29	1.71	11	19	
31	42080	29.2	1.74	11.02	19.1	
32	43050	29.4	1.76	11.02	19.3	
33	44970	29.5	1.79	11.02	19.7	
34	47090	29.5	1.92	11.05	21.2	

pengujian panel surya menggunakan pendingin						
no	intensitas cahaya (lux)	suhu panel surya (°C)	arus keluaran (ampere)	tegangan keluaran (volt)	Daya (watt)	keterangan
35	48330	30	1.6	10.97	17.3	awan mendung
36	49730	30.2	1.64	10.99	18.4	awan mendung
37	51610	30.3	2.04	11.07	22.5	
38	52330	30.3	2.06	11.07	22.6	
39	53200	30.3	2.1	11.09	23.2	
40	54850	30.2	2.08	11.1	23	
41	55670	30.2	2.15	11.1	23.8	
42	57020	30.8	2.2	11.12	24.4	
43	58240	31.3	2.24	11.13	24.9	
44	60000	31.9	2.33	11.15	25.9	
45	62280	31.8	2.42	11.17	27	
46	65900	32	2.53	11.2	28.3	
47	67160	32.3	2.55	11.21	28.5	
48	68090	32.8	2.57	11.21	28.8	
49	72150	32.8	2.72	11.25	30.6	

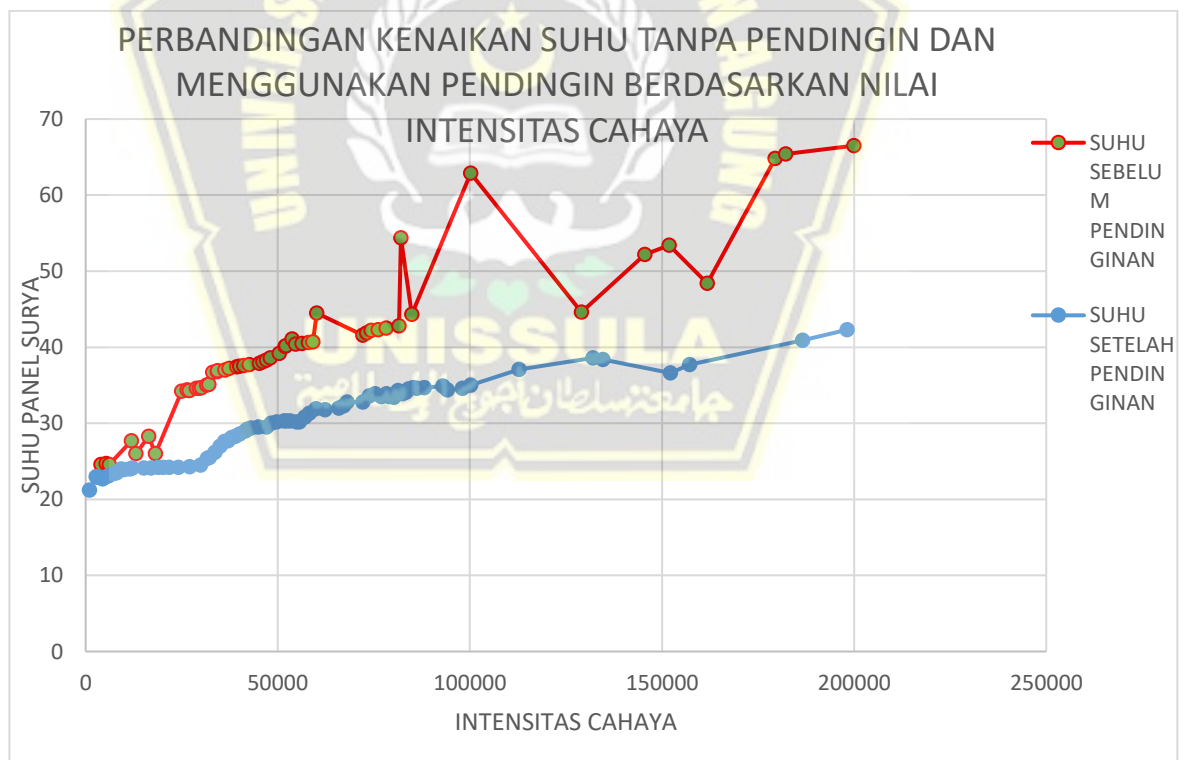
pengujian panel surya menggunakan pendingin						
no	intensitas cahaya (lux)	suhu panel surya (°C)	arus keluaran (ampere)	tegangan keluaran (volt)	Daya (watt)	keterangan
50	73800	33.6	2.79	11.27	31.4	
51	75280	33.9	2.83	11.28	31.9	
52	77000	33.5	2.83	11.28	31.9	
53	78280	33.9	2.92	11.31	33	
54	79050	33.5	2.93	11.31	33.1	
55	80230	33.4	2.95	11.32	33.3	
56	81270	34.3	2.65	11.27	29.8	Awan mendung
57	82480	33.9	3.08	11.37	35	
58	83400	34.1	3.08	11.36	34.9	
59	84080	34.5	3.07	11.37	34.9	
60	85230	34.7	3.12	11.39	35.5	
61	86230	34.6	3.13	11.39	35.6	
62	88100	34.7	3.21	11.42	36.6	
63	92960	34.9	3.31	11.43	37.8	
64	94100	34.4	3.38	11.46	38.7	
65	98070	34.6	3.46	11.48	39.7	
66	100200	35	3.49	11.49	40.1	

pengujian panel surya menggunakan pendingin						
no	intensitas cahaya (lux)	suhu panel surya (°C)	arus keluaran (ampere)	tegangan keluaran (volt)	Daya (watt)	keterangan
67	112800	37.1	3.81	11.61	44.2	
68	132000	38.6	4.26	11.96	50.9	
69	134600	38.4	4.52	12.01	54.2	
70	152200	36.6	4.79	11.8	56.8	
71	157200	37.7	5.05	12.1	61.2	
72	186600	40.9	5.42	12.51	67.8	
73	198200	42.3	5.21	14.9	77.6	

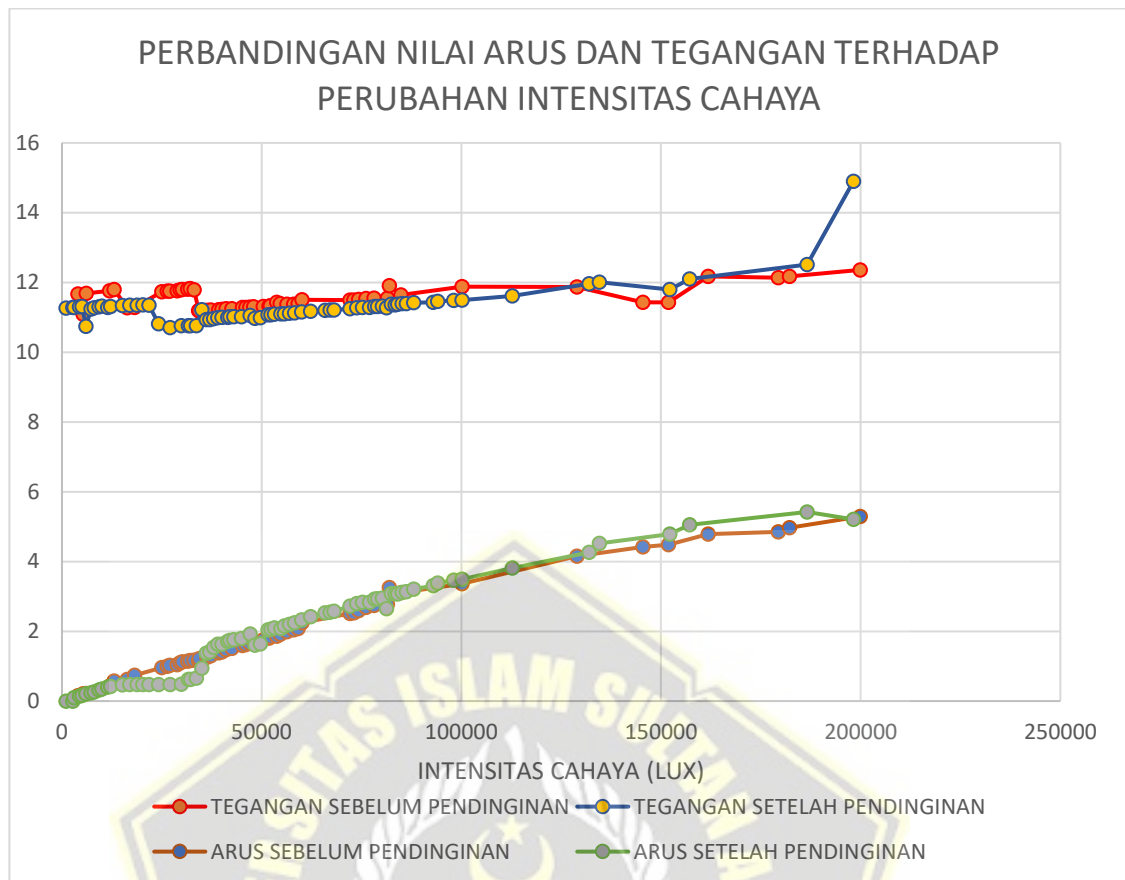




Gambar 4. 1 perbandingan hasil daya tidak menggunakan dan menggunakan pendingin



Gambar 4. 2 perbandingan hasil kenaikan suhu menggunakan dan tidak menggunakan pendingin



Gambar 4. 3 hasil nilai arus dan tegangan menggunakan dan tidak menggunakan pendingin

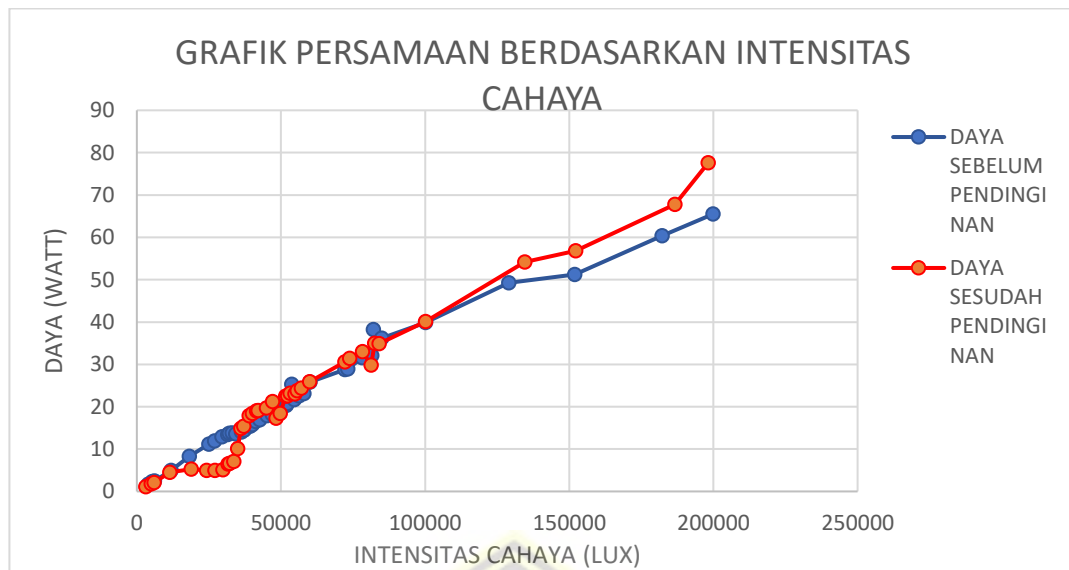
4.2 ANALISA

Berdasarkan hasil data yang telah didapatkan , Analisa dibagi menjadi 4 bagian inti dengan tujuan utama membandingkan nilai hasil daya keluaran berupa nilai intensitas cahaya , suhu, tegangan, arus dan total daya . Dalam gambar grafik, perbedaan nilai dinyatakan dalam dua garis berbeda warna. Hasil pengukuran terhadap pengujian tidak menggunakan pendingin digambarkan dalam garis warna merah, sedangkan nilai setelah dilakukan pendinginan dinyatakan dengan garis biru, berikut adalah beberapa hasil Analisa yang didapatkan

4.2.1 Nilai daya keluaran

Pada hasil pencatatan didapatkan pada nilai lux 40k Terdapat nilai penurunan daya terhadap suhu . pada tingkat intensitas cahaya ini suhu masih berada pada sekitar 37 akan tetapi Ketika dilakukan penambahan pendingin didapatkan penurunan daya dan penurunan suhu menjadi 27 dan daya berkurang pada sebelum penambahan pendingin bernilai 8 hingga 11 watt turun menjadi 5 hingga 6 watt . Penurunan daya ini dapat menggambarkan panel surya tidak berada pada suhu ideal terhadap daya yang dihasilkan karena berdasarkan pengukuran justru mengalami penurunan daya.

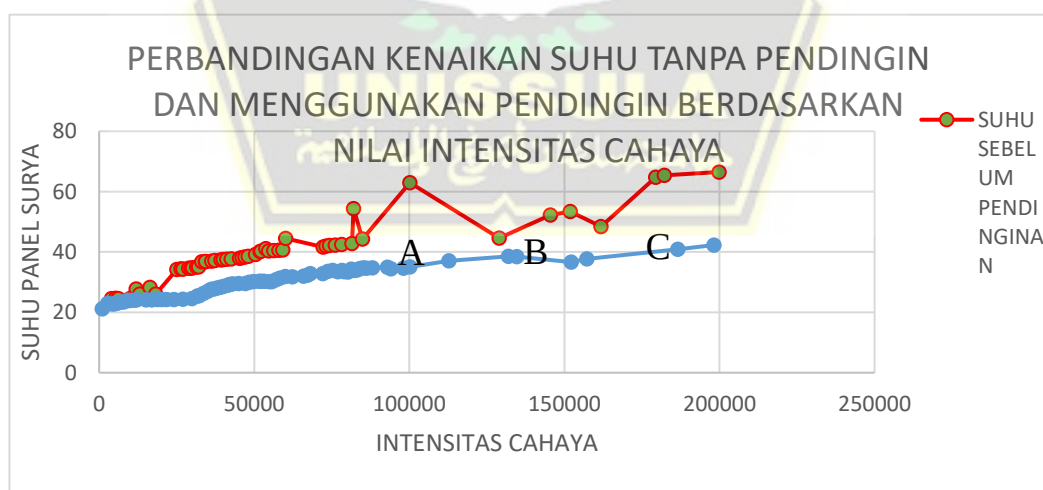
Peningkatan daya mulai terjadi signifikan pada nilai intensitas cahaya memasuki 130k lux. Nilai ini menghasilkan daya 50 watt pada kondisi sebelum dan sesudah penambahan pendingin dan perlahan mulai naik hingga 190000 lux dengan kenaikan daya puncak berada pada nilai 77.6 watt



Gambar 4. 4 grafik persamaan nilai daya berdasarkan persamaan intensitas cahaya

4.2.2 Nilai perbedaan suhu (ΔT)

Nilai suhu pada pengujian tercatat bahwa penambahan media pendinginan pada panel memiliki nilai penurunan suhu yang signifikan. Penerapan pendinginan secara langsung juga memiliki respon penurunan suhu yang cepat karena terkontak secara langsung dengan lapisan bawah permukaan panel surya. Hasil penurunan suhu dibagi menjadi 2 bagian grafik dan didapatkan hasil sebagai berikut



Gambar 4. 5 grafik suhu menggunakan dan tidak menggunakan pendingin berdasarkan persamaan nilai intensitas cahaya

Pada pengujian penurunan suhu terdapat beberapa kondisi awal yang dipengaruhi oleh factor cuaca , dimana terjadi hujan sehingga menyebabkan suhu panel mengalami penurunan suhu drastic seperti pada gambar grafik pada titik A B C.

Jika kondisi cuaca cerah tanpa pengaruh hujan akan didapatkan nilai dengan hasil grafik linear.

Berdasarkan gambar selisih nilai suhu ΔT dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta T = T_b - T_a$$

Keterangan

ΔT = nilai perubahan suhu

T_a = suhu awal sebelum pendinginan

T_b = suhu sesudah dilakukan pendinginan

Sehingga didapat hasil perhitungan di dalam tabel berikut

Tabel 4. 3 Data perbandingan perbedaan suhu

Intensitas cahaya (lux)		Nilai Suhu (°C)		selisih nilai suhu (°C)
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
3971	3066	24.6	22.9	1.7
5314	5015	24.7	22.9	1.8
6125	5983	24.6	23.1	1.5
11910	11460	27.7	24	3.7
18190	18860	26	24.2	1.8
25020	24170	34.2	24.2	10
27010	27050	34.3	24.3	10
29580	29920	34.6	24.5	10.1
31480	31680	35	25.4	9.6
32100	32230	35.1	25.5	9.6
33060	33630	36.7	26.2	10.5

Intensitas cahaya (lux)		Nilai Suhu (°C)		selisih nilai suhu (°C)
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
34350	35020	36.9	27	9.9
36270	36120	37	27.6	9.4
37300	37030	37.2	27.7	9.5
39310	39000	37.4	28.3	9.1
40060	40100	37.5	28.6	8.9
41140	41520	37.6	29	8.6
42590	42080	37.7	29.2	8.5
45240	44970	37.9	29.5	8.4
47020	47090	38.3	29.5	8.8
48020	48330	38.6	30	8.6
50430	49730	39.2	30.2	9
51850	51610	40.1	30.3	9.8
52150	52330	40.2	30.3	9.9
53750	53200	41.1	30.3	10.8
54640	54850	40.4	30.2	10.2
56310	55670	40.5	30.2	10.3
57990	57020	40.6	30.8	9.8
60100	60000	44.5	31.9	12.6
72170	72150	41.6	32.8	8.8
73120	73800	41.9	33.6	8.3
78180	78280	42.5	33.9	8.6
81530	81270	42.8	34.3	8.5
82030	82480	54.4	33.9	20.5
84890	84080	44.3	34.5	9.8
100200	100200	62.9	35	27.9
129000	134600	44.6	38.4	6.2
151900	152200	53.4	36.6	16.8
182200	186600	65.4	40.9	24.5
199900	198200	66.5	42.3	24.2

Pendinginan suhu dialirkan secara langsung ke lapisan akrilik bawah pada bidang panel surya dengan cairan pendinginan menggunakan air . air memiliki konduktifitas temperature yang baik dengan rata rata penurunan suhu didapatkan nilai 10.1625 °C

Dengan suhu rata rata sebelum dilakukan pendinginan

Zona 1 bernilai 31.20°C

Zona 2 bernilai 41.50°C

Zona 3 bernilai 57.475°C

Dengan suhu rata rata setelah dilakukan pendinginan

zona 1 bernilai 24.51 °C

zona 2 bernilai 30.9°C

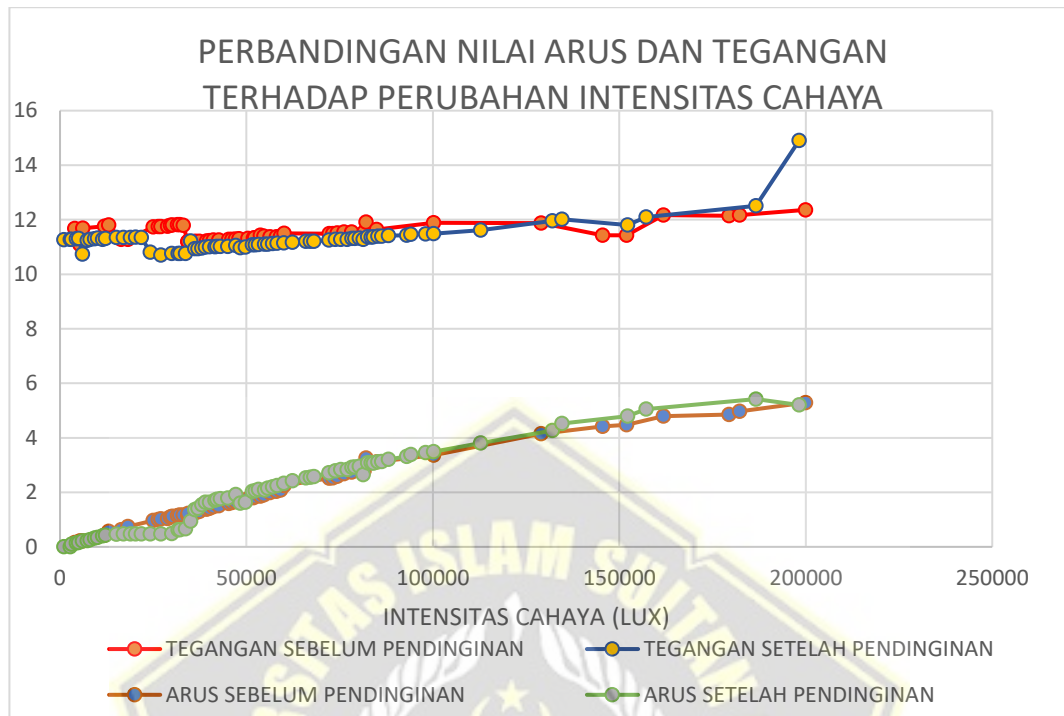
zona 3 bernilai 39.55°C

Dengan suhu ideal saturasi panel didapatkan daya positif dimulai pada saat suhu memasuki 36°C



4.2.3 Nilai tegangan dan arus terhadap perubahan suhu

Nilai tegangan dan arus dapat digambarkan dengan grafik dibawah ini



Gambar 4. 6 grafik perbandingan nilai arus dan tegangan terhadap persamaan perubahan hilai intensitas cahaya

Berdasarkan gambar grafik 4.6 yang didapatkan, nilai tegangan relative stabil di angka 11 hingga 12 volt, hal ini terjadi karena efek penggunaan MPPT sebagai charger controller dan beban controller .sehingga selalu dijaga pada rentang nilai tersebut. Pada pengaturan MPPT diberikan nilai acuan berupa nilai low voltage baterai sebesar 11.1 volt dan nilai maksimum cut off batterai beradaa pada 12.6 volt

Selama waktu pengisian baterai, daya juga dialirkan ke beban secara langsung sehingga pengisian ke baterai selalu dikondisikan tidak pernah mencapai cut off pengisian karena baterai tidak pernah mencapai titik penuh, hal ini dilakukan untuk menjaga nilai konsistensi pengukuran. Lonjakan tegangan dapat terjadi Ketika beban 35 watt terlampaui dan pengisian batterai mencapai kondisi penuh

seperti terlihat pada nilai tegangan gambar grafik 4.6 pada kondisi titik daya tertinggi, dengan nilai intensitas radiasi matahari maksimum saat pengambilan data secara langsung.

4.2.4 Kenaikan nilai daya berdasarkan zona

Penerapan perhitungan persentase daya difokuskan pada penetapan beberapa variable nilai intensitas dengan rentang yang sama dan toleransi nilai radiasi berada pada nilai $\pm 5\%$. Persentase efisiensi daya dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan kelompok nilai suhu seperti pada gambar grafik pada daerah mulai hingga garis stabil pada garis A, garis A hingga garis B, garis B hingga selesai

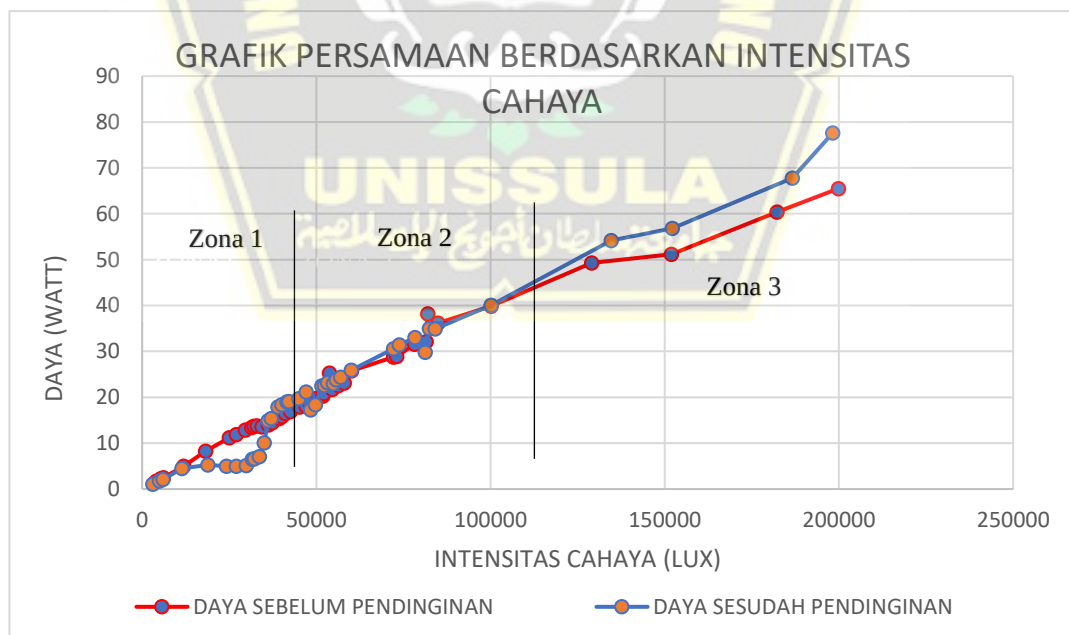
Dengan rumus dasar efisiensi :

$$\eta = \frac{W_s - w_p}{W_p} \times 100\%$$

η : nilai efisiensi

W_p : nilai daya primer (daya sebelum menggunakan pendingin)

W_s : nilai daya sekunder (daya setelah menggunakan pendingin)



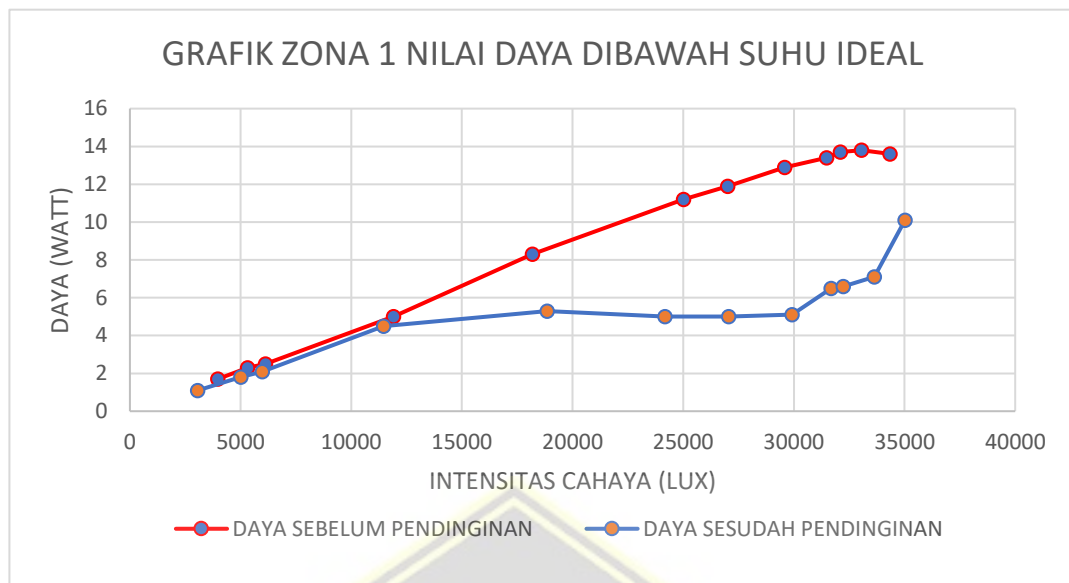
Gambar 4. 7 grafik pembagian zona berdasarkan nilai rata rata hasil daya berdasarkan persamaan intensitas cahaya

Gambar pembagian zona daya berdasarkan perubahan intensitas terhadap penurunan suhu sesudah diterapkan pendinginan. Pembagian zona pada gambar 4.7 grafik pembagian zona didapatkan dari hasil pengelompokan nilai rata rata yang didapatkan dari tabel 4.4 , tabel 4.6 dan tabel 4.6 .sehingga dapat dituliskan analisa tentang efisiensi hasil daya berdasarkan pembagian zonatersebut.

Efisiensi zona 1 didapatkan berdasarkan hasil dari nilai minimum dan maksimum pada gambar grafik mulai hingga garis grafik zona 1 sehingga didapatkan selisih daya :

Tabel 4. 4 data perbandingan perbedaan hasil daya zona 1

Intensitas Cahaya (lux)		Nilai Daya (watt)		Selisih Daya (watt)
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
3971	3066	1.7	1.1	-0.6
5314	5015	2.3	1.8	-0.5
6125	5983	2.5	2.1	-0.4
11910	11460	5	4.5	-0.5
18190	18860	8.3	5.3	-3
25020	24170	11.2	5	-6.2
27010	27050	11.9	5	-6.9
29580	29920	12.9	5.1	-7.8
31480	31680	13.4	6.5	-6.9
32100	32230	13.7	6.6	-7.1
33060	33630	13.8	7.1	-6.7
34350	35020	13.6	10.1	-3.5



Gambar 4. 8 grafik zona 1 nilai daya dibawah suhu ideal

Pada grafik awal didapatkan nilai daya yang didominasi dengan nilai negative, nilai tersebut dikarenakan nilai daya setelah penerapan pendinginan pada panel .semakin besar nilai negative pada nilai efisiensi semakin besar nilai kerugian daya yang dihasilkan saat penerapan pendinginan berlangsung.

Perhitungan daya rata rata pada siklus grafik satu sebagai berikut:

$$P_{rata\ rata} = \frac{P_1 + P_n}{jumlah\ variabel}$$

Daya rata rata = -4.175 watt

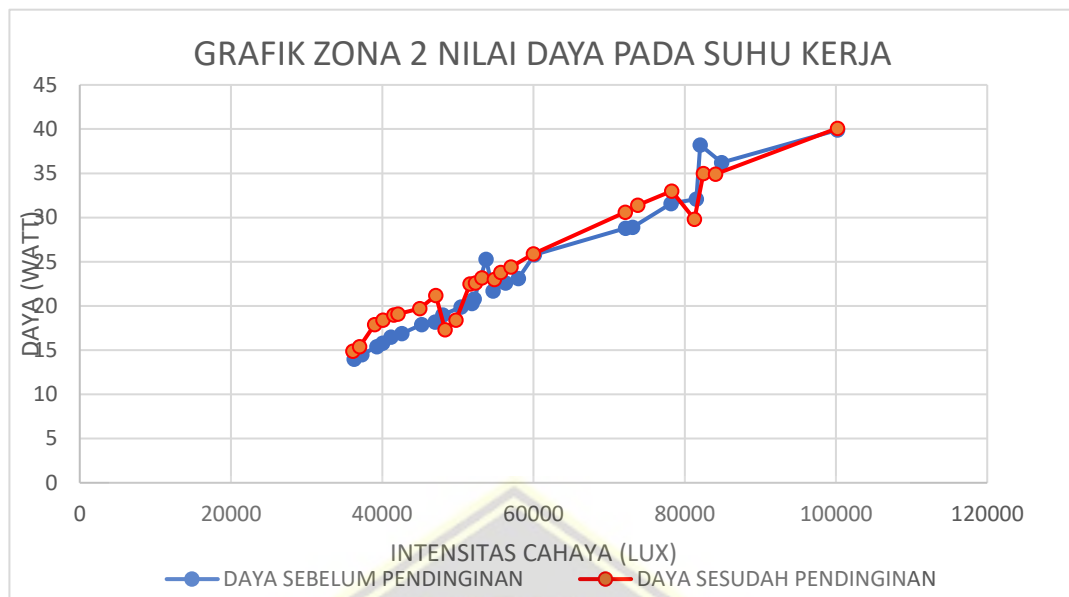
Nilai minus pada perhitungan merupakan nilai rugi rugi daya yang dihasilkan setelah penerapan pendinginan pada panel surya.

Dan nilai efisiensi rata rata didapatkan : -77.2313482

Efisiensi 2 didapatkan berdasarkan hasil dari nilai daya minimum dan daya maksimum pada gambar grafik titik garis pada gambar grafik zona 2 dengan hasil selisih daya

Tabel 4. 5 data perbandingan perbedaan hasil daya zona 2

Intensitas Cahaya (lux)		Nilai Daya (watt)		Selisih Daya (watt)
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
36270	36120	14	14.9	0.9
37300	37030	14.5	15.4	0.9
39310	39000	15.4	17.9	2.5
40060	40100	15.8	18.4	2.6
41140	41520	16.5	19	2.5
42590	42080	16.9	19.1	2.2
45240	44970	17.9	19.7	1.8
47020	47090	18.2	21.2	3
48020	48330	19	17.3	-1.7
50430	49730	19.9	18.4	-1.5
51850	51610	20.3	22.5	2.2
52150	52330	20.8	22.6	1.8
53750	53200	25.3	23.2	-2.1
54640	54850	21.7	23	1.3
56310	55670	22.6	23.8	1.2
57990	57020	23.1	24.4	1.3
60100	60000	25.8	25.9	0.1
72170	72150	28.8	30.6	1.8
73120	73800	28.9	31.4	2.5
78180	78280	31.6	33	1.4
81530	81270	32.1	29.8	-2.3
82030	82480	38.2	35	-3.2
84890	84080	36.2	34.9	-1.3
100200	100200	39.9	40.1	0.2



Gambar 4. 9 grafik zona 2 nilai daya pada suhu kerja

Pada hasil pengukuran bagian grafik tengah didapatkan kenaikan dan penurunan daya. Nilai tersebut sangat fluktuatif karena dipengaruhi factor cuaca yang sedang memasuki musim penghujan serta pergerakan matahari terhadap waktu.

Perhitungan efisiensi daya rata rata terhitung sebagai berikut

$$P_{rata\ rata} = \frac{P_1 + P_n}{jumlah\ variabel}$$

Daya rata rata = 0.754167 watt

Dan nilai efisiensi rata rata : 3.877709058%

Efisiensi 3 didapatkan berdasarkan hasil dari titik garis zona 3 hingga grafik selesai

Tabel 4. 6 data perbandingan perbedaan hasil daya zona 3

Intensitas Cahaya (lux)		Nilai Daya (watt)		Selisih Daya (watt)
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
129000	134600	49.3	54.2	4.9
151900	152200	51.2	56.8	5.6
182200	186600	60.4	67.8	7.4
199900	198200	65.5	77.6	12.1



Pada bagian grafik ketiga didapatkan nilai kenaikan daya dan efisiensi pada **Gambar 4. 10 grafik zona 3 nilai daya memasuki suhu puncak** yang cukup baik didapatkan 4 titik kenaikan dengan nilai:

Dan didapatkan nilai efisiensi kenaikan daya rata rata sebesar

$$P_{rata\ rata} = \frac{P_1 + P_n}{jumlah\ variabel}$$

Kenaikan daya rata rata = 7.5watt

Dan nilai efisiensi rata rata pada fase 3 adalah : 11.35174578%

Nilai kenaikan daya rata rata mulai menunjukkan harga tertinggi pada saat intensitas cahaya memasuki angka 12000 lux dan pada saat nilai intensitas cahaya sebesar ± 190.000 lux didapatkan kenaikan nilai daya sebesar 12.1watt .dengan diiringi penurunan suhu yang cukup besar dengan suhu 24.2°C . peningkatan daya

setelah dilakukan pendinginan panel surya pada intensitas radiasi cahaya matahari puncak memiliki nilai 11.35174578% nilai yang cukup baik dengan penerapan pendinginan pada panel surya jenis polycrystalline .

4.2.5 Keuntungan nilai daya setelah penambahan sistim pendinginan

Pada penambahan sistim pendinginan dibutuhkan beban daya pada sistim, beban daya yang dimaksud adalah beban penggunaan daya pada kipas angin pendingin dan pompa air untuk bersirkulasinya cairan pendingin di dalam sistim. Berikut adalah tabel waktu otomasi penyalaan sistim kipas dan pompa air yang berlangsung. Data diambil berdasarkan pengukuran secara langsung.

Tabel 4. 7 tabel waktu nyala dan mati pada perangkat sistem pendinginan

pendinginan aktif (detik)	pendinginan mati (detik)
80	50
130	40
133	35
135	33
142	32
139	36
146	39
137	44
134	45

Berdasarkan waktu sampling tersebut didapatkan rata rata penyalaan dan pematian sebagai berikut:

Lama waktu nyala = 130.67 detik

Lama waktu mati = 39.56 detik

Persentase waktu lama pematian , sehingga waktu tanpa beban sistim pendinginan sebesar 30.27% pada kinerja suhu tinggi (bagian pengelompokan pada suhu zona 3)

Data nilai daya beban kipas dan pompa air yang digunakan

Kipas = 12 volt , 0.02 ampere = 0,24 watt

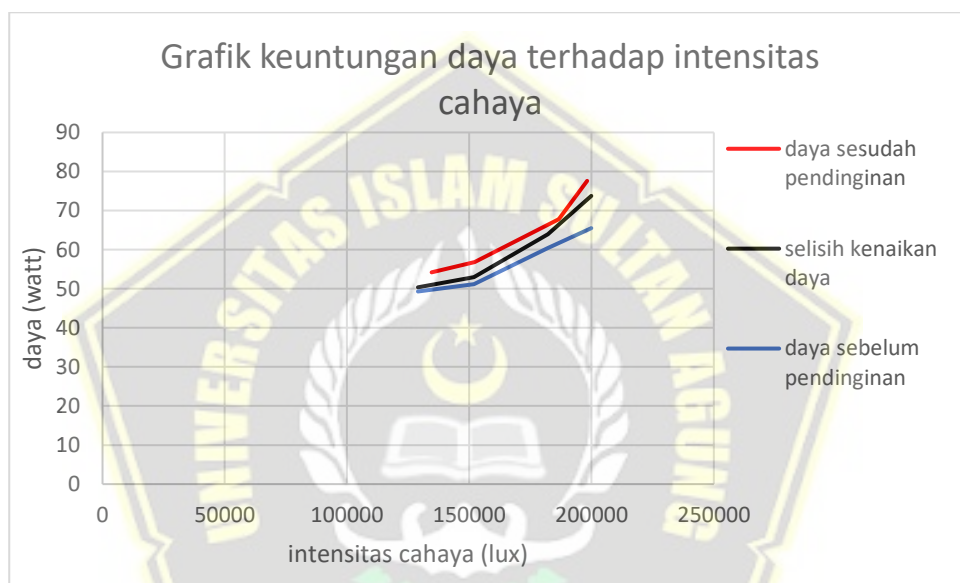
Pompa = 9 volt , 0.4 ampere = 3.6 watt

Daya total = 3.84 watt

Tabel 4. 8 tabel daya kenaikan sistim pendinginan setelah penambahan beban kipas dan pendingin

intensitas cahaya (lux)	Daya (watt)	intensitas cahaya (lux)	Daya (watt)	selisih daya (watt)	daya pendinginan (watt)	Daya lebih (watt)
129000	49.3	134600	54.2	4.9	3.84	1.06
151900	51.2	152200	56.8	5.6	3.84	1.76
182200	60.4	186600	67.8	7.4	3.84	3.56
199900	65.5	198200	77.6	12.1	3.84	8.26

Berdasarkan data dan perhitungan didapatkan gambar grafik berikut



Gambar 4. 11 grafik surplus daya setelah penambahan beban sistim pendinginan

Jika perhitungan diterapkan dengan kondisi ideal, tidak terjadi gangguan hujan dan awan mendung, lama penyinaran matahari sepanjang hari dari pukul 10.00 hingga 15.00 berdasarkan saat pengukuran didapatkan lama waktu sebesar 7 jam dengan suhu panas tinggi tercapai. Nilai surplus atau keuntungan murni rata rata sebesar 3.66 watt ketika sistim pendingin menyala, dan keuntungan rata rata saat sistim pendingin mati sebesar 7.5 watt.

Pada penerapan penggunaan sistem otomatis, rata-rata penyalaan dan mati otomatis bekerja pada 30% waktu penuh yang berarti pada saat beban sistem pendingin mati didapatkan daya masukan lebih sebesar

7jam dengan persentase pendinginan off sebesar 30% dan pendingin bekerja 70% dari waktu sistem

Dapat dihitung keuntungan daya harian yang dicapai

Sistem pendingin off

$$25200 \text{ detik} \times 30\% = 7.560 \text{ detik} = 2.1 \text{ jam}$$

Daya per jam yang didapatkan

$$2.1 \text{ jam} \times 7.5 \text{ watt} = 15,75 \text{ Wh}$$

Sistem pendingin on

$$25200 \text{ detik} \times 70\% = 17.640 \text{ detik} = 4.9 \text{ jam}$$

Daya per jam yang didapatkan

$$4.9 \text{ jam} \times 3.66 \text{ watt} = 17.93 \text{ Wh}$$

Sehingga keuntungan daya total harian setelah penerapan penggunaan sistem pendinginan

Sebesar $15.75 \text{ Wh} + 17.93 \text{ Wh} = 33.68 \text{ Wh}$ pada penerapan satu solar panel dengan ukuran 100Wp dan berjenis polycrystalline.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Penerapan penggunaan pendinginan radiator dengan media cairan dapat menurunkan nilai suhu panel, sehingga dapat menaikkan daya puncak jika dibandingkan tanpa menggunakan pendinginan panel surya.
2. Ketika suhu panel surya terlalu dingin kondisi pada zona 1 justru memiliki penurunan efisiensi berupa penurunan hasil daya sebanding dengan penurunan nilai suhu pada panel surya dengan rentang suhu terukur seperti pada bagian grafik zona 1 pada gambar 4.8 dengan nilai rata rata daya yang dihasilkan -4.175 watt dan efisiensi, dengan persentase : -77.23134823%. nilai kenaikan daya relatif stabil pada zona 2 terlihat pada gambar 4.9 grafik pembagian zona perbedaan selisih dengan hasil daya sebesar 0.754167 watt dan efisiensi dengan persentase 3.877709058%. peningkatan daya mengalami kenaikan drastis ketika suhu dapat diturunkan didapatkan kenaikan daya rata rata sebesar 7.5watt dan persentase kenaikan daya sebesar 11.35174578%. penerapan pendinginan dengan sistem radiator memiliki efisiensi positif saat diterapkan pada panel surya dengan tipe polycrystalline.
3. Dalam penerapan sistem didapatkan nilai rata-rata kenaikan daya sebesar 33.65Wh pada satu panel surya 100Wp *policristaline* pada 1 hari pengukuran

5.2 SARAN

1. Penambahan system otomasi pengaliran pendinginan lebih pada nilai radiasi puncak memasuki nilai 100.000 lux keatas agar lebih efisien menghasilkan daya pada intensitas tersebut
2. Pengujian dibutuhkan cuaca yang lebih cerah dan stabil agar didapatkan nilai
3. pengukuran yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haris Isyanto, "Sistem pendingin pasif untuk meningkatkan daya keluaran panel sel surya," pp. 1–7, Oct. 2017, Accessed: Dec. 30, 2021. [Online]. Available: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- [2] D. Almanda and D. Bhaskara, "Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut," *explore journal*, vol. 1, no. 2, pp. 1–4, May 2018.
- [3] M. Swatara Loegimin, B. Sumantri, M. Ari Bagus Nugroho, N. Ayub Windarko, P. Elektronika Negeri Surabaya Jl Raya ITS, and K. Sukolilo, "Sistem pendinginan air untuk panel surya dengan metode fuzzy logic," surabaya, 2020.
- [4] Y. M. Simanjuntak and M. Taufiqurrahman, "Studi perencanaan modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya (plts)," pontianak, 2016.
- [5] J. T. Penerbangan *et al.*, "Approach desain mppt berbasis kontrol logika fuzzy untuk aplikasi pesawat terbang tanpa awak bertenaga surya," vol. 1, pp. 2–5, 2017.
- [6] Widodo Jendro Saputro, "Rancang bangun penggerak panel surya menggunakan motor stepper berbasis mikrokontroler," *rancang bangun*, pp. 3–7, 2016.
- [7] F. A. Perdana, "Baterai Lithium," *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 2, p. 113, Apr. 2021, doi: 10.20961/inkui.v9i2.50082.
- [8] budi yuwono, "Optimalisasi panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler at89c51," *Optimalisasi Panel Sel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*, vol. 2, pp. 5–7, Feb. 2005.
- [9] Fahrul Islam, "Skripsi perancangan pembangkit listrik tenaga surya pada perahu nelayan," Gowa, Dec. 2020.
- [10] L. Khaula Amifia, M. Iskandar Riansyah, I. Hafidz, D. Adiputra, and A. Faricha, "Desain deteksi kesalahan battery management system menggunakan algoritma kalman filter pada mobil listrik nasional," *teknologi dan terapan bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 65–70, Mar. 2019.
- [11] Muhammad Hidayat Ahmad Tzaury Ismail, "Perancangan penerangan jalan umum tenaga surya (solar cell) untuk alternatif penerangan kampus," *rancang bangun*, vol. 2, pp. 6–9, Aug. 2019.
- [12] M. Sindu *et al.*, "Analisa kebutuhan luas minimal pada rumah sederhana tapak di indonesia analysis of minimum space for low cost landed house in indonesia," bandung, Nov. 2017.

- [13] S. S. Murni, A. Suryanto, J. T. Elektro, and U. N. Semarang, “Analisis efisiensi daya pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan homer (studi kasus pltmh parakandowo kabupaten pekalongan),” vol. 1, no. 2, Dec. 2020.
- [14] N. M. Hidayat *et al.*, “Identifikasi perubahan curah hujan dan suhu udara menggunakan rclimindex di wilayah serang,” tangerang , Jul. 2018.



LAMPIRAN

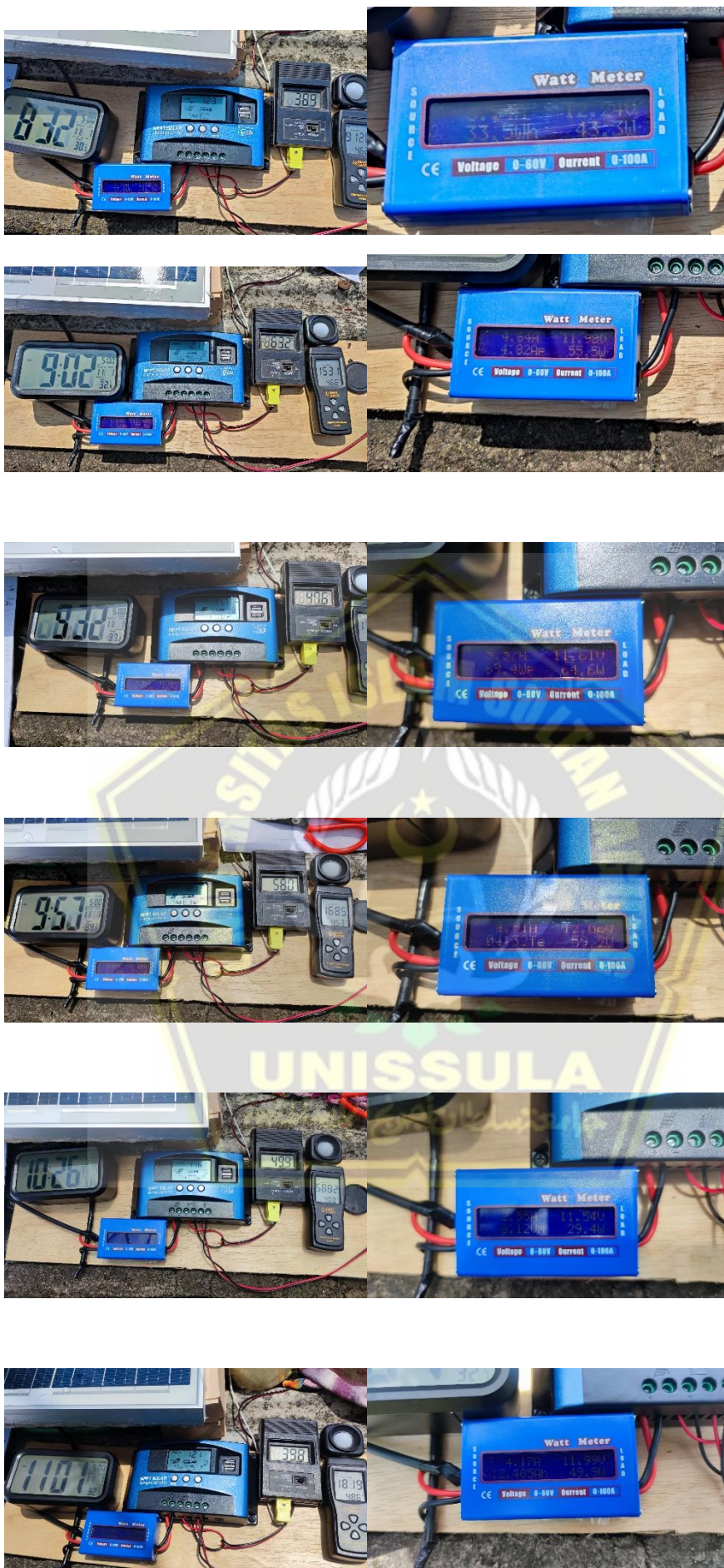


lampiran 1

data data pengukuran

hari 1 berdasarkan waktu











Data tidak menggunakan pendinginan



5k



6k



11k



13k



16k



18k



25k



26k



27k



28k



29k



30k



31k



32k



33k



34k



35k



36k



37k



39k



40k



41k



42k



45k



46k



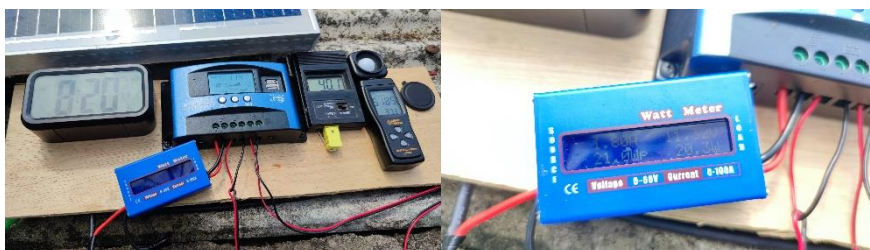
47k



48k



50k



51k



52k



53k



54k



56k



57k



59k



60k



72k



73k



74k



76k



78k



81k



82k



84k



100k



120k



140k



150k



160k



170k



180k



190k

Menggunakan pendingin



1k



2k



3k



4k



5k



6k



7k



8k



9k



10k



11k



12k



15k



17k



18k



20k



21k



24k



27k



29k



31k



32k



33k



35k



36k



37k



38k



39k



40k



41k



42k



43k



44k



47k



48k



49k



51k



52k



53k



54k



55k



57k



58k



60k



62k



65k



67k



68k



72k



73k



75k



77k



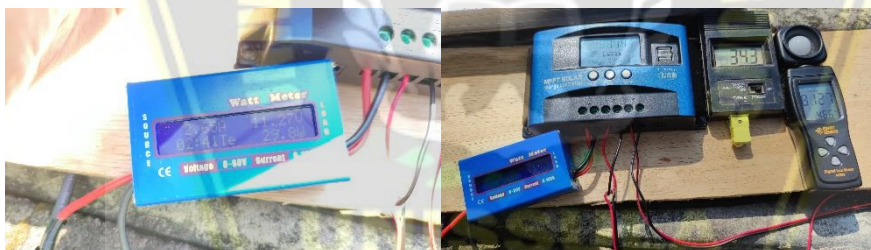
78k



79k



80k



81k



82k



83k



84k



85k



86k



88k



92k



94k



98k



100k



110k



120k



130k



140k



150k



170k



180k



190k

Pengujian 1 november 2021 berdasarkan tetapan waktu



Lampiran 2

Lembar bukti upload makalah ke jurnal online

ISSN:
EISSN:

International Journal of
Science, Technology, and Social Studies
Centre for Research and Community Development
Islamic University of Nahdlatul Ulama Jepara

International Journal of
Science, Technology, and Social Studies
IJSTSS

HOME ABOUT USER HOME CATEGORIES SEARCH CURRENT ARCHIVES

Home > User > Author > Submissions > #2720 > Summary

#2720 SUMMARY

SUMMARY REVIEW EDITING

SUBMISSION

Authors	Erik Susanto Sadikun
Title	ANALISA PENGARUH SISTEM PENDINGINAN TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA 100WP
Original file	None
Supp. files	None ADD A SUPPLEMENTARY FILE
Submitter	Erik Erik Susanto Sadikun
Date submitted	November 29, 2021 - 11:25 AM
Section	Articles
Editor	None assigned
Author comments	:)

STATUS

Status	Awaiting assignment
Initiated	2021-11-29
Last modified	2021-11-29

SUBMISSION METADATA

EDIT METADATA

AUTHORS

Name	Erik Susanto Sadikun
Last modified	2021-11-29

SUBMISSION METADATA

EDIT METADATA

AUTHORS

Name	Erik Susanto Sadikun
Affiliation	Universitas Islam sultan agung
Country	Indonesia
Bio Statement	—
Principal contact for editorial correspondence.	

TITLE AND ABSTRACT

Title	ANALISA PENGARUH SISTEM PENDINGINAN TERHADAP UNJUK KERJA HASIL DAYA PANEL SURYA 100WP
Abstract	ABSTRACT Solar panels are an option when life is urged to implement electricity generation using renewable energy. Solar panel technology has great potential if applied in the territory of Indonesia, which has a tropical climate and is crossed by the equator. The main problem with solar panels is the efficiency of converting sunlight into electromotive force (EMF). Some of the factors that influence the efficiency include fluctuations in the intensity of sunlight, the effect of shadows, and in particular the decrease in the efficiency of high temperature increases at the peak point of solar intensity on the power generated. The peak point of sunlight intensity should produce maximum power, but due to an increase in high temperature, the conversion into electrical energy in the form of reduced power results. So that cooling modeling is needed to pursue a decrease in power efficiency at high temperature increases. In this study using a comparative method, by testing the effect of the application of cooling on the solar panel module, by pursuing the temperature drop value for each solar cell that is arranged in such a way on the module. By modeling the prototype that has been designed, cooling is carried out by flowing water until it meets the capacity in the bottom layer of the panel. To compare the power results, two stages of measurement were carried out before and after cooling was flowed to the panel with the measurement of light intensity value data. Measurements were made by recording each time there was an increase in light intensity. Power measurement is assisted by the MPPT to pursue the maximum power that can be absorbed in each value of the intensity of solar radiation. The resulting power value has 3 zone characteristic values to changes in temperature on the solar panel. In zone 1, the cooling effect actually resulted in a decrease in average power of -4.175 watts and efficiency of -77.23%. In zone 2, the average power increase is 0.754 watts with an efficiency value of 3.87%. In zone 3, the average power increase is 7.5 watts and the percentage value is 11.35%. Keywords: solar panels, changes in cooling temperature, power efficiency

INDEXING

Keywords	solar panels, changes in cooling temperature, power efficiency
Language	en

OPEN JOURNAL SYSTEMS

JOURNAL HELP

USER

You are logged in as...
eriksusantosadikun

My Journals
My Profile
Log Out

NOTIFICATIONS

View (1 new)
Manage

AUTHOR

Submissions
Active (1)
Archive (0)
New Submission

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope
All

Search

Browse
By Issue
By Author
By Title
Other Journals
Categories

Search

Browse
By Issue
By Author
By Title
Other Journals
Categories

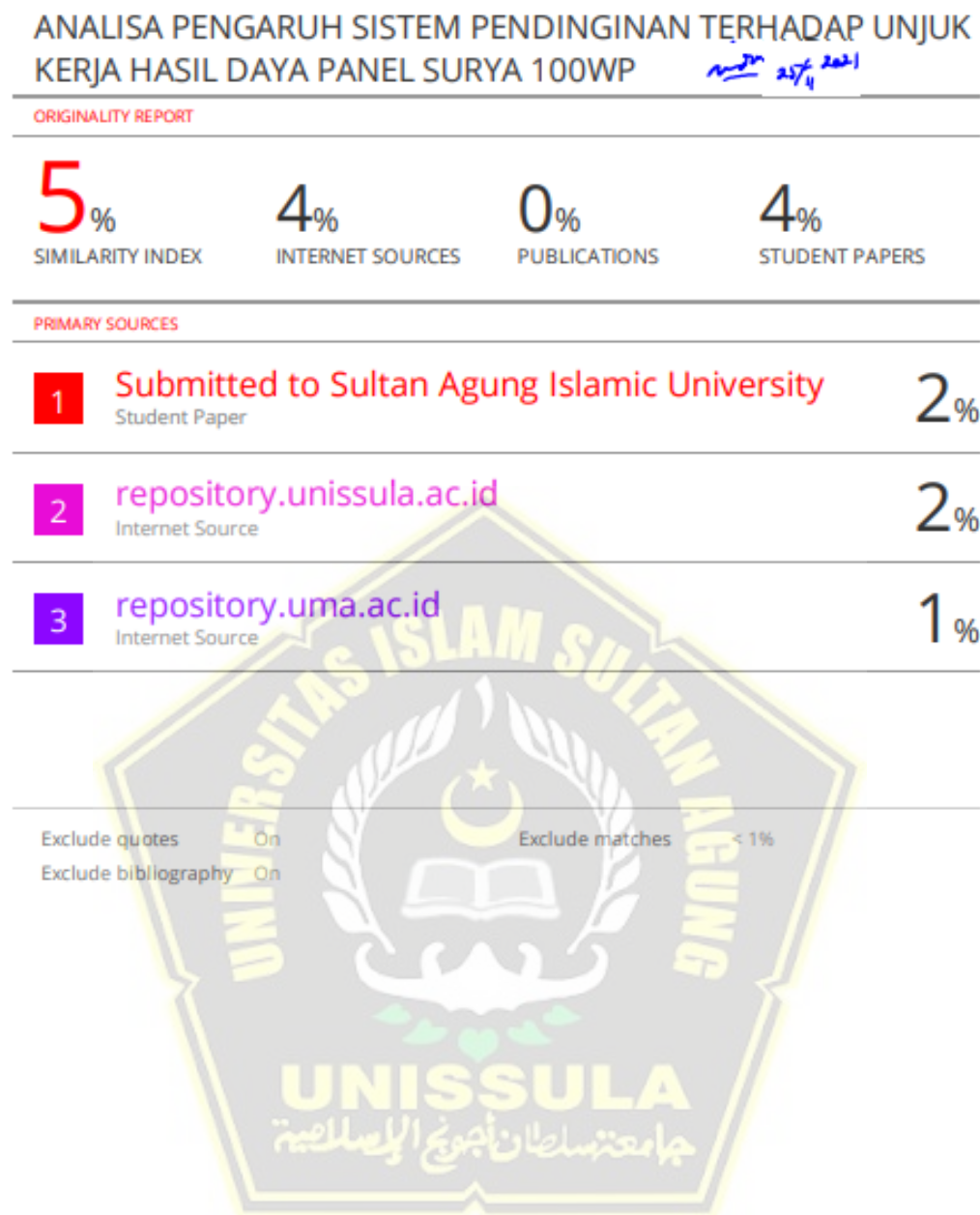
FONT SIZE
A⁺ A A⁻

INFORMATION

For Readers
For Authors
For Librarians

Lampiran 3

Lembar skor turn it in



Lampiran 4

Lembar revisi ketua penguji



**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**

Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax. (024) 6582455
Email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Jum'at
Tanggal : 24 Desember 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Erik Susanto Sadikun
NIM : 30601401549
Judul TA : Analisa Ppengaruh Sistem Pendinginan Terhadap Unjuk Kerja Hasil Daya Panel Surya 100WP

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Perbaiki rumusan masalah Perjelas korelasi dengan tujuan nya	ACC 

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Semarang, 24 Desember 2021
Penguji, I

جامعته سلطان أبجوع الإسلامية


Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.
NIDN. 0619076401

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.
NIDN. 0619076401

Lampiran 5

Lembar revisi penguji 1



**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**

Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax. (024) 6582455
Email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bersilalah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Jum'at
Tanggal : 24 Desember 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Erik Susanto Sadikun
NIM : 30601401549
Judul TA : Analisa Ppengaruh Sistem Pendinginan Terhadap Unjuk Kerja Hasil Daya Panel Surya 100WP

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	Daya output solar cell – daya yg digunakan pendingin = gain (keuntungan daya hasil pendinginan) dibuat grafiknya selama pengamatan, jam / Intensitas cahaya...	2 minggu <i>G. A.</i> acc, 01-01-2022

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.
NIDN. 0619076401

Semarang, 24 Desember 2021
Penguji, II

Gunawan, ST, MT
NIDN. 0607117101

Lampiran 6

Lembar revisi penguji 2



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
 Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax. (024) 6582455
 Email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Jum'at
 Tanggal : 24 Desember 2021
 Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Erik Susanto Sadikun
 NIM : 30601401549
 Judul TA : Analisa Ppengaruh Sistem Pendinginan Terhadap Unjuk Kerja Hasil Daya Panel Surya 100WP

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Abstrak diperbaiki	
2.	Format penulisan dicek semua termasuk format numberingsnya	
3.	Tambahkan tinjauan pustaka, masukkan beberapa publikasi sejenis	
4.	Gambar dan Tabel diperbaiki, tambahkan heading untuk membedakan kolom pengukuran (hapus warnanya), lengkapi satuan	

NO	TUGAS
1	Perbaikan ref manager → gunakan mendeley

Mengetahui,
 Ketua Tim Penguji

Semarang, 24 Desember 2021
 Penguji, III

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.
 NIDN. 0619076401

Muhammad Khosyir'in, ST., MT.
 NIDN. 0625077901

