

**PERANCANGAN & UJI KINERJA PANEL SURYA TIPE
POLYCRYSTALLINE SEBAGAI SUMBER PENERANGAN
LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH PONTIANAK**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1)



RUPI'AT

NIM : 161210959

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK**

2022

RINGKASAN

Rupiat, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, September 2021, Perancangan & Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline Sebagai Sumber Penerangan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Dosen Pembimbing : Fuazen dan Eko Sarwono.

Kalimantan Barat berada tepat digaris Khatulistiwa dengan radiasi matahari pada tahun 2019 berkisar antara 165-219 Watt/m², yang mana sinar matahari terjadi sepanjang tahun dengan durasi yang ideal untuk penyerapan cahaya adalah 8 jam. Sebagai sumber energi terbesar, matahari adalah sumber energi yang tidak akan habis. Caranya dengan mengubah sinar matahari tersebut menjadi energi panas ataupun listrik. Desain pembangkit tenaga surya ini menggunakan empat bagian utama, bagian pertama yaitu solar panel *Polycrystalline* 100 wp untuk sumber utama dari energi matahari menjadi tegangan awal DC, bagian kedua yaitu *charger controller* 20 Ampere sebagai pengatur arus dari panel pada *battery* atau penyimpanan daya dengan kapasitas 100 Ah 12 Volt dan ke beban yang dihasilkan dari solar panel tersebut, bagian ketiga yaitu *inverter* kapasitas 1300 Watt salah satu pengubah tegangan *DC* ke *AC*, serta bagian ke keempat yaitu beban untuk penerangan (lampu *LED*). From the test results of the average voltage produced in sunny weather of 13.61 Volts w and in cloudy weather 12.34 Volts then the usage time for 30.03 hours with available battery capacity. Comparison of initial investment costs of PLTS and PLN is PLTS: Rp. 3,640,000 – PLN : Rp. 1,390,900 = Rp. 2,249,100. While the comparison of plts and PLN costs for 25 years is PLN: Rp. 5,921,760 – PLTS : 4,239,981 = Rp. 1,681,779. So the total difference in the comparison of the cost of using PLTS and PLN is Rp. 2,249,100 – Rp. 1,681,779 = Rp 567,321. With the Payback Period method, the time for the initial return on investment is 7.7 years.

Kata kunci : PLTS, energi, *Polycrystalline*, 100 Wp, matahari, LED, *inverter*, *battery*, *charger controller*.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis mengucapkan kehadiran Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat, hidayah sehingga penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perancangan & Uji Kinerja Panel Surya Tipe *Polycrystalline* Sebagai Sumber Penerangan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak. Sholawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumul akhir nanti, Aamiin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada :

1. Kedua orangtua tersayang yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan materi, motivasi serta inspirasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Doddy Irawan, ST., M.Eng, Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Fuazen, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.
4. Bapak Eko Julianto, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
5. Bapak Eko Sarwono, ST., MT, dan Bapak Fuazen, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing I dan II yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan Pembimbing Utama dalam penyusunan Tugas akhir ini.
6. Bapak Dr. Dody Irawan, ST., M.eng dan Bapak Gunarto, ST., M.Eng, sebagai Penguji I dan II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perhatian, pertanyaan, komentar, tanggapan menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
7. Staf pengajar beserta karyawan/ti Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

8. Teman-teman Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang tidak sempat penulis sebutkan secara satu-persatu yang juga turut serta memberikan dorongan dan semangat serta dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Pontianak, November 2021

Rupi'at

NIM. 161210959

DAFTAR ISI

Halaman

COVER

LEMBAR PENGESAHAN OUTLINE

RINGKASAN

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR..... iv

DAFTAR TABEL v

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Batasan Masalah..... 3

1.4. Tujuan Penelitian..... 3

1.5. Manfaat Penelitian..... 3

1.6. Metode Penelitian..... 3

1.7. Sistematika Penulisan..... 4

BAB II LANDASAN TEORI 6

2.1. Tinjauan Pustaka 6

2.2. Dasar Teori 8

2.2.1. Radiasi Matahari 8

2.2.2. Intensitas Cahaya..... 8

2.2.3. Arus dan Tegangan 9

2.2.4. Sel Surya/Solar Cell 10

2.2.5. Photovoltaic..... 12

2.2.6. Prinsip Kerja Solar Cell..... 12

2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 14

2.3.1. Komponen Utama PLTS 15

1. Panel Sel Surya tipe <i>Polycrystalline</i>	15
2. <i>Charge Controller</i>	16
3. Baterai	17
4. <i>Inverter</i>	18
2.4. Pengaruh Orbit Bumi Pada Matahari	20
2.5. Peletakkan Solar Cell	20
2.6. Sudut Azimuth.....	21
2.7. Radiasi Matahari Pada Atap Tetap	21
2.7.1. Sudut Jam	21
2.7.2. Sudut Deklamasi	21
2.7.3. Sudut Elevasi.....	22
2.7.4. Sudut Kejadian	22
2.7.5. Radiasi Pada Bidang Miring	22
2.8. Koordinat Gedung	23
2.9. Watt Meter.....	23
2.10. Lux Meter	24
2.11. Efisiensi	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1. Metode Penelitian.....	26
3.2. Tempat dan Waktu	28
3.3. Perencanaan Sistem.....	28
3.4. Data Teknis Perencanaan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Perancangan Kerja Alat dan Spesifikasi Bahan	29
4.1.1. Rata-rata Intensitas Radiasi Matahari.....	29
4.1.2. Perancangan Kebutuhan Beban	30
4.1.3. Panel Surya/ <i>Sollar Cell</i>	30
4.1.4. Solar Charge Controller.....	31
4.1.5. Baterai.....	32
4.1.6. Inverter.....	32
4.1.7. Lampu AC	33

4.1.8. Kabel Instalasi	33
4.1.9. Iklim.....	34
4.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan.....	37
4.2.1. Perhitungan Kebutuhan Panel Surya	37
4.2.2. Perhitungan Kebutuhan <i>Solar Charge Controller</i>	38
4.2.3. Perhitungan Kebutuhan Baterai	39
4.2.4. Perhitungan Kebutuhan <i>Inverter</i>	39
4.3. Hasil Perancangan PLTS.....	40
4.4. Waktu Pemakaian Baterai	42
4.5. Pengukuran Panel Surya Polycrystalline 100 Wp.....	43
4.5.1. Hasil Pengukuran Panel Surya Polycrystalline Cuaca Cerah	43
4.5.2. Hasil Pengukuran Panel Surya Polycrystalline Cuaca Berawan	45
4.5.3. Perbandingan Pengukuran Terhadap Cuaca Pada Panel Surya	48
4.6. Biaya Komponen Sistem PLTS.....	48
4.6.1. Biaya Investasi Awal	49
4.6.2. Biaya Perawatan Dan Operasional (<i>Maintenance Cost</i>)	49
4.7. Total Biaya Sistem PLTS Selama Penggunaan.....	51
4.8. Analisa Ekonomi Dari PLTS.....	51
4.8.1. Metode PP (<i>Payback Period</i>)	52
4.9. Perbandingan Biaya Listrik PLN dan PLTS	52
4.9.1. Biaya Listrik PLN.....	52
4.9.2. Biaya Listrik PLTS	53
4.10. Analisa Ekonomis Perancangan Sistem PLTS.....	54
BAB V PENUTUP	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Semikonduktor (a) tipe-P (b) tipe-N.....	11
Gambar 2.2	Diagram energi sambungan P-N.....	11
Gambar 2.3	struktur lapisan tipis solar cell	13
Gambar 2.4	Jenis gelombang elektromagnetik secara spectrum	13
Gambar 2.5	Transisi radiasi dari solar sel.....	14
Gambar 2.6	Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	14
Gambar 2.7	Panel Surya tipe <i>polycrystalline</i>	15
Gambar 2.8	<i>Charge Controller</i>	16
Gambar 2.9	Baterai	18
Gambar 2.10	<i>Grid Tie Inverter</i>	19
Gambar 2.11	Sudut Elevasi dan Sudut Azimuth Matahari Terhadap Bumi (titik p).....	20
Gambar 2.12	Watt meter.....	23
Gambar 2.13	Lux Meter.....	24
Gambar 3.1	Diagram alir metode penelitian perancangan pembangkit listrik.....	26
Gambar 3.2	Perancangan Sistem	28
Gambar 4.1	Diagram Solar sell sebagai sumber penerangan	29
Gambar 4.2	Panel Surya tipe Polycrystalline 100 Wp dan Spesifikasi	30
Gambar 4.3	<i>Solar Charger Controller (SCC)</i>	31
Gambar 4.4	Baterai Merek SHOTO	32
Gambar 4.5	<i>Inverter</i> 1300 Watt	32
Gambar 4.6	Lampu sorot 20 watt merek Walden IP65.....	33
Gambar 4.7	Kabel Instalasi.....	34

Gambar 4.8 Proses perancangan panel surya tipe <i>Polycrystalline</i> sebagai sumber penerangan.....	41
Gambar 4.9 hasil perancangan panel surya tipe <i>Pollycrystalline</i> sebagai sumber penerangan.....	41
Gambar 4.10 Beban dihidupkan pada malam hari.....	42

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	hasil pengujian radiasi matahari	29
Tabel 4.2	kebutuhan energy	30
Tabel 4.3	Spesifikasi panel surya	31
Tabel 4.4	Iklim Harian Pada Bulan Juli 2021	35
Tabel 4.5	Ringkasan spesifikasi komponen PLTS	40
Tabel 4.6	Hasil pengukuran panel surya hari pertama Minggu, 4 Juli 2021	43
Tabel 4.7	Hasil Pengukuran Panel surya hari kedua Senin, 5 Juli 2021.....	44
Tabel 4.8	Hasil Pengukuran panel surya hari Ketiga Selasa, 6 Juli 2021.....	44
Tabel 4.9	Hasil Pengukuran Panel Surya hari Pertama Rabu, 7 Juli 2021	45
Tabel 4.10	Hasil Pengukuran Panel Surya hari Kedua Minggu, 11 Juli 2021	46
Tabel 4.11	Hasil Pengukuran Panel Surya hari Ketiga Selasa, 13 Juli 2021.....	47
Tabel 4.12	Perbandingan hasil pengukuran	48
Tabel 4.13	daftar harga komponen PLTS	49
Tabel 4.14	total biaya untuk sistem PLTS selama penggunaan	51
Tabel 4.15	perbandingan biaya listrik PLN dan PLTS selama pemakaian	53

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
	Lampiran 1 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Terhadap Cuaca.....	60
	Lampiran 2 Penyinaran Matahari	62
	Lampiran 3 Alat dan Bahan yang digunakan.....	63
	Lampiran 4 Proses Perancangan Alat	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia negara yang beruntung karena memiliki sebagian besar potensi sumber energi terbarukan. Dengan letaknya yang berada pada daerah ekuator/khatulistiwa (6°LU sampai 11°LU dan 95°BT sampai 141°BT) dan beriklim tropis menyebabkan potensi sumber energi surya sangat besar. Namun demikian pada sampai akhir 2014 pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan total sebesar 4109,09 MW (10%). Dari daya total tersebut diantaranya bersumber dari PLTS sebesar 8,73 MW atau sebesar 0,02%. Jika melihat angka diatas, kapasitas terpasang untuk PLTS masih sangat kecil(Hendry Sakke Tira dkk,2018). Sebagai alternatif untuk pengganti PLTU dan PLTD ini yang paling efektif di daerah Kalimantan Barat adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya(PLTS) dikarenakan Kalimantan Barat berada tepat di garis Khatulistiwa dengan radiasi matahari pada tahun 2019 berkisar antara $165\text{-}219\text{ Watt/m}^2$, yang mana sinar matahari terjadi sepanjang tahun dengan durasi yang ideal untuk penyerapan cahaya adalah 8 jam. Sebagai sumber energi terbesar, matahari adalah sumber energi yang tidak akan habis. Sinarnya bisa kita manfaatkan sebagai sumber energi yang berguna untuk beragam aktivitas. Caranya dengan mengubah sinar matahari tersebut menjadi energi panas ataupun listrik.

Media yang digunakan untuk menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya atau *Solar cell* adalah alat yang bisa mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik dengan beberapa media tambahan. sel surya yang biasa digunakan di pasaran adalah jenis *polycrystalline*. Panel surya panel jenis *polycrystalline* ini membentuk susunan kristal acak dan memiliki kerapatan cukup bagus sehingga mampu menghasilkan energi listrik di cuaca mendung atau berawan. Disini peneliti akan menggunakan *Solar cell* tipe *Polycrystalline* yang nantinya diharapkan bisa lebih maksimal dalam menyerap sinar matahari selama 7 jam, dikarenakan di daerah kalimantan barat ini juga memiliki musun hujan dengan curah hujannya yang cukup tinggi.

PLTS tipe *Polycrystalline* ini akan peneliti tempatkan di atap gedung laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak karena mempunyai luas sekitar 60 m² dan sebagian besarnya tidak terpakai. Hal ini sangat baik apabila atap gedung tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang bersumber dari cahaya matahari. Mengingat penggunaan lampu di laboratorium teknik mesin sangat banyak dengan total 19 lampu dengan daya masing-masing lampu sebesar 20 watt dengan hidup rata-rata 12 jam dalam sehari. oleh karena itu, penelitian ini dibuat perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan menggunakan atap gedung tersebut untuk mengurangi konsumsi listrik PLN pada penggunaan lampu.

PLTS tipe *Polycrystalline* ini bertujuan untuk penerangan lampu depan laboratorium Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak sebagai pengganti listrik PLN. Karena listrik dari PLN sering padam dan gangguan serta setiap tahun memiliki kenaikan, inilah alasan utama penulis mengaplikasikan PLTS ini ke lampu karena setiap malam ada beberapa lampu yang digunakan, sehingga untuk mengurangi konsumsi listrik dari PLN. Disini peneliti akan menginstalasi lampu depan laboratorium teknik mesin yang dipasangkan dengan panel surya. Selain untuk mengurangi konsumsi listrik dari PLN, alasan lain dari penulis merancang PLTS *polycrystalline* ialah sebagai sumber listrik cadangan saat listrik dari PLN mati atau gangguan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, bisa dirumuskan suatu permasalahan tentang:

- a. Bagaimana merancang Panel Surya *Polycrystalline* agar sesuai dengan penerangan bagian depan labortorium program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak ?
- b. Bagaimana menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan ?
- c. Bagaimana menentukan kapasitas penyimpanan daya yang digunakan untuk membantu penerangan di malam hari ?
- d. Bagaimana menentukan kapasitas solar charger controller dan inverter yang sesuai dengan kebutuhan penelitian ?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu analisa hanya dilakukan untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya tipe *Polycrystalline* serta menentukan kapasitas dari charge controller, baterai dan inverter yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui daya yang dihasilkan dari panel surya tipe *polycrystalline* terhadap penyerapan radiasi matahari
- b. Mengetahui jumlah penggunaan panel surya agar dapat digunakan dengan optimal.
- c. Mengetahui kapasitas penyimpanan daya baterai yang digunakan pada malam hari untuk penerangan bagian depan.
- d. Mengetahui kebutuhan solar charger controller dan inverter yang tepat.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data dari hasil intensitas cahaya panas matahari terhadap panel surya tipe *polycrystalline*, serta mengetahui hubungan antara data-data yang diperoleh. Dan menambah pengetahuan terhadap pemanfaatan sumber energi panas matahari terhadap panel surya.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan pada perancangan panel surya tipe *polycrystalline* sebagai sumber penerangan laboratorium teknik mesin adalah sebagai berikut :

- 1) Studi literatur yang dilakukan antara lain : kajian pustaka tentang berbagai penelitian panel surya dilakukan sebelum pengambilan data, teori-teori pendukung serta kemungkinan asumsi yang digunakan dan berperan sebagai referensi dalam mencari pendekatan secara teoritis dari permasalahan yang bersumber dari buku atau bahan pustaka, karya ilmiah atau *website*.

- 2) Observasi lapangan, yaitu pengamatan langsung ke tempat penelitian Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak guna melihat kebutuhan lampu dan lokasi penempatan panel surya, ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang berhubungan atau yang terkait dengan perencanaan panel surya sebagai sumber penerangan. Adapaun data-data yang akan dijadikan parameter perencanaan yaitu : intensitas matahari, temperatur, dan keluaran dari panel surya.
- 3) Perhitungan perencanaan komponen-komponen utama panel surya sebagai sumber penerangan.
- 4) Perhitungan dan analisa ekonomis untuk insvestasi panel surya sebagai sumber penerangan berdasarkan konsep-konsep analisa ekonomi energi dan ekonomi teknik.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dipergunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas tentang teori yang berkaitan sekaligus sebagai referensi dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

BAB III METODOLOGI

Bab ini membahas tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Bab ini Berisikan analisis kelayakan teknik dan analisis kelayakan ekonomis

BAB V PENUTUP

Bab ini Berisikan kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan PLTS tipe *polycrystalline* 100 Wp, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penelitian selama 6 hari, dimana penelitian pada cuaca cerah dilakukan pada tanggal 4 Juli 2021 sampai dengan 6 Juli 2021 sedangkan pada cuaca berawan dari tanggal 7 Juli 2021 sampai dengan 13 Juli 2021 didapat bahwa rata-rata daya yang dihasilkan pada cuaca cerah yaitu 75,01 Wh, sedangkan pada cuaca berawan yaitu 41,8 Wh.
2. Dari daya yang dihasilkan panel surya tipe *polycrystalline* pada saat cuaca berawan masih kurang efisien.
3. Kapasitas baterai sudah cukup memenuhi kebutuhan beban dan lama ketahanan baterai ditentukan oleh besarnya kapasitas ampere baterai dan berapa watt beban

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Panel surya harus diletakkan pada tempat yang mudah terkena sinar matahari, agar kapasitas panel surya yang dibutuhkan tercukupi.
2. Untuk menjaga ketahanan peralatan atau komponen PLTS, peralatan atau komponen harus sering dilakukan perawatan yang rutin agar mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dari PLTS itu sendiri.
3. Penelitian tentang energi terbarukan harus lebih dikembangkan lagi sehingga mampu mengurangi penggunaan pembangkit listrik fosil dan bisa menjadi energi alternatif.
4. Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk penambahan media kaca atau cairan untuk menghasilkan daya yang maksimal pada panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

Akhmad, Kholid, (2011), *Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil*, Jurnal Dinamika Rekayasa, 1(1): 2833

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*. Universitas Udayana Bukit Jimbaran, Spektrum, 1(1): 118122.

Anwar Ilmar Ramadhan*, Ery Diniardi, Sony Hari Mukti, 2016, *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Bambang Hari Purwoto, Jatmiko, Muhamad Alimul F, Ilham Fahmi Huda, 2018, *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bambang Winardi, Agung Nugroho, Erlin Dolphina, (2019), *Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri*. Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang

Bansai, NK, et al., (1990), *Renewable Energy Sources And Conversion Technology*, Tata McGraw-Hill Publishing Co. Limited, New Delhi.

Daryanto. 2007. *Energi Masalah dan Pemanfaatannya Bagi Kehidupan Manusia*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.

Dimas Ady Pratama, Indra Herlamba Siregar. (2018). *Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline 100WP*. S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Duffie, A William, William A Beckman. *Solar Engineering Of Thermal Processes*. 4th ed. John Wiley & Sons. Newyork (2008).

Dunlop, P James. (1997). *Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic System Fundamentals and Application*. Florida: Florida Solar Energy Center.

Faslucky Afifudin dan Farid Samsu Hananto. 2012. *Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang.

Hasan, H., (2012), *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*, Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan.

Hendry Sakke Tira, Abdul Natsir, Muhammad Rezanul Iqbal, (2018). *Pengaruh Sudut Surya Terhadap Daya Keluaran Sel Surya 10 Wp Tipe Polycrystalline*. Jurusan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.

Idzani Muttaqin, Gusti Irhamni, Wahyu Agani, (2016), *Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 WATT Untuk Penerangan Parkiran Uniska*. Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari.

Ign. Nitya Santhiarsa dan I Gusti Bagus Wijaya Kusuma. 2005. *Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.

Ima Maysha, Bambang Trisno, Hasbullah, 2013, *Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 DAN Thermoelectric Cooler*. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.

Karmiathi, N.M., (2011), *Rancang Bangun Modul Solar Cell Dengan Memanfaatkan Komponen Fotovoltaic Kompatibel*, Jurnal Logic.

Lexianus, Junaidi, Hardiansyah, (2019), *Perancangan Teknis Dan Analisa Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Desa Gutok*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

Mintorogo, D. S. (2000). *Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cell) Pada Perumahan dan Bangunan Komersial*. Dimensi Teknik Arsitektur Vol 28, No,2, 129-141.

M. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono dan Fitriana S., 2012, *Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Ni Luh Putu Mustia Sridewi, Hery Suyanto, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma, (2018), *Analisis Pengaruh Panjang Gelombang Cahaya Terhadap Keluaran Panel Surya Tipe Polycrystalline*". Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017. *Rencana Umum Energi Nasional*. Jakarta.

Patel. Mukund R. 2006. *Wind and Solar Power Systems Design, Analysis, and Operation*. USA: Taylor & Francis Group, LLC.

Puteri Kusumaning Tiyas, Mahendra Widartono, 2020, *Pengaruh Efek Terhadap Kinerja Panel Surya*. S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Rahayuningtyas, A., Kuala, S.I., dan Apriyanto, F., 2014, *Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan*, Prosiding SnaPP 2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan.

Rusman Sinaga, Marthen Dangu Elu Beily, 2019, *Model Estimasi Karakteristik Modul Photovoltaic Polycrystalline dan Monocrystalline 50 WP*, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Kupang.

Sandro Putra Dan Ch. Rangkuti. 2016. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti.

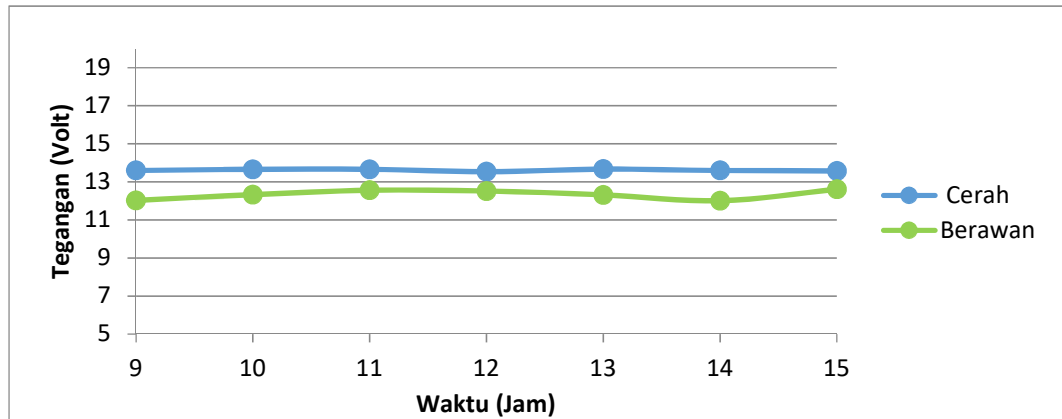
Surya Darma, 2017, *Analisa Perkiraan Kemampuan Daya Yang Dibutuhkan Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang.

Syahyuddin, 2020, *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pengering Padi Berbasis Rice Cooker Machine*, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makasar.

Ubaidillah, Suyitno, Juwana, Wibawa Endra, (2012), *Pengembangan Piranti Hibrid Termoelektrik – Sel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Rumah Tangga*, Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah.

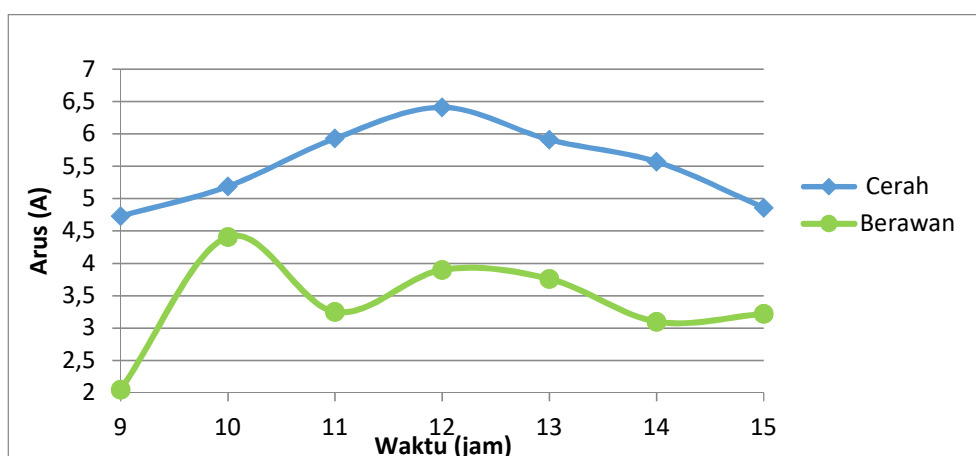
Widodo, Djoko Adi, Suryono, Tatyantoro A, (2010), *Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas*, Jurnal Teknik Elektro.

Lampiran 1 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Terhadap Cuaca



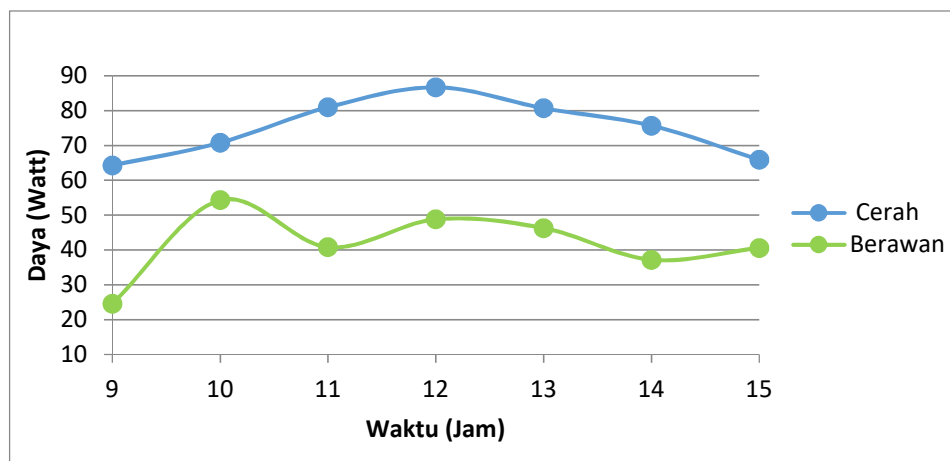
Gambar 1 Grafik hubungan tegangan terhadap waktu pada panel surya

Berdasarkan gambar 1 menjelaskan bahwa nilai pengukuran rata-rata tegangan panel surya pada cuaca berawan sebesar 12,34 V dan diperoleh nilai rata-rata tegangan pada cuaca cerah sebesar 13,67 V. Perbedaan hasil tegangan (V_{oc}) yang didapat karena perbedaan intensitas radiasi matahari sehingga pada cuaca cerah didapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan berawan namun efisiensi tegangan pada panel surya terhadap cuaca hanya selisih sekitar 1,27 volt dari rata-rata tegangan yang diperoleh. Selanjutnya, untuk mengetahui perbandingan arus terhadap waktu dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Grafik hubungan arus terhadap waktu pada panel surya

Gambar 2 menerangkan bahwa arus yang dihasilkan oleh panel surya pada cuaca cerah lebih besar dibandingkan dengan cuaca berawan, hal ini karena pancaran iradiasi pada cuaca cerah lebih besar. Dari data hasil pengukuran yang dilakukan maka diperoleh nilai pengukuran rata-rata arus hubung panel surya pada cuaca cerah sebesar 5,51 A dan diperoleh nilai rata-rata arus hubung panel surya pada cuaca berawan sebesar 3,38 A. Perbedaan arus yang didapat cukuplah besar yaitu 2,13 A, dari perbedaan arus yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pancaran iradiasi matahari sangat berpengaruh terhadap arus pada panel surya mengingat cuaca cerah jauh lebih besar dibandingkan cuaca berawan. Untuk mengetahui mengenai lebih lanjut besarnya nilai perbandingan daya keluaran terhadap waktu pada panel surya, dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Grafik daya keluaran terhadap waktu pada panel surya

Dari tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) dan Arus hubung singkat (I_{sc}) yang didapatkan pada saat pengujian maka dihasilkan daya keluaran sehingga didapatkan grafik perbandingan daya keluaran pada cuaca cerah dengan cuaca berawan. Daya keluaran rata-rata yang dihasilkan pada saat cuaca cerah sebesar 75,01 W dan diperoleh pada cuaca berawan sebesar 41,8 W. perbandingan daya yang diperoleh sangat jauh yaitu sebesar 33,21 W maka dapat disimpulkan bahwa panel surya tipe *polycrystalline* masih mampu menghasilkan daya pada saat cuaca berawan tetapi tidak sebesar pada cuaca cerah daya yang dihasilkan.

Lampiran 2 Penyinaran Matahari

Rata-rata penyinaran matahari selama 3 tahun terakhir

Stasiun Meterorologi	Penyinaran Matahari (W/m ²)		
	2019	2018	2017
Paloh, Sambas	162.00	53.30	48.83
Siantan, Mempawah	150.00	60.92	56.58
Pinoh, Melawi	208.00	59.83	57.17
Supadio, Kuburaya	211.00	73.83	61.75

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat)



Gambar 1. Cuaca matahari



Gambar 2. Suhu cuaca cerah



Gambar 3. Suhu Cuaca Berawan

Lampiran 3 alat dan bahan yang digunakan

1. Bahan yang digunakan



Gambar 1. Inverter



Gambar 2. Baterai



Gambar 3. Panel surya



Gambar 4. Solar charge controller



Gambar 5. Lampu sorot



Gambar 6. Kabel instalasi



Gambar 7. Doubel Tis



Gambar 8. Paku Kabel



Gambar 9. Solasi kabel



Gambar 10. Terminal Kabel



Gambar 11. Besi Holow

2. Alat Yang digunakan



Gambar 1. Luxx meter



Gambar 2. Watt Meter



Gambar 3. Mesin Bor



Gambar 4. Gerinda



Gambar 5. Mesin Las



Gambar 6. Meteran

Lampiran 4 Proses Perancangan Alat



Gambar 1. Pembuatan dudukan Panel



Gambar 2. Perakitan Alat



Gambar 3. Pemasangan lampu



Gambar 4. Peletakan panel



Gambar 5. Beban di hidupkan