

**ANALISIS PERFORMA PLTS *OFF GRIDE* DENGAN PANEL SURYA
MONOKRISTAL 100 WP BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DI JALAN
RAWAMANGUN MUKA JAKARTA TIMUR**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
MOH MAFATIHUL ULUMUDDIN
NIM : 41321110077

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERFORMA PLTS *OFF GRIDE* DENGAN PANEL SURYA
MONOKRISTAL 100 WP BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DI JALAN
RAWAMANGUN MUKA JAKARTA TIMUR



UNIVERSITAS
Disusun oleh:
MERCU BUANA

Nama : Moh Mafatihul Ulumuddin
NIM : 41321110077
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMA PLTS *OFF GRIDE* DENGAN PANEL SURYA MONOKRISTAL 100 WP BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DI JALAN RAWAMANGUN MUKA JAKARTA TIMUR

Disusun oleh:

Nama : Moh Mafatihul Ulumuddin
NIM : 41321110077
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 21 Februari 2023

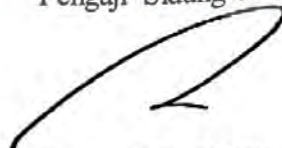
Telah dipertahankan di depan
penguji, Pembimbing TA



(Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D.)

NIK/NIP. 118900633

Penguji Sidang II



(Nurato, S.T., M.T.)

NIK/NIP. 197580211



(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D.)

NIK/NIP. 118690617

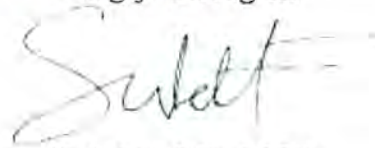
Penguji Sidang I



(Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D.)

NIK/NIP. 1975801124

Penguji Sidang III



(Subekti, S.T., M.T.)

NIK/NIP. 217730018

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T.)

NIK/NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Moh Mafatihul Ulumuddin
NIM : 41321110077
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Performa PLTS *Off Grid* Dengan Panel Surya Monokristal 100 WP Berbasis *Internet Of Things* Di Jalan Rawamangun Muka Jakarta Timur

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 21 Februari 2023

The image shows a handwritten signature in black ink over a red official stamp. The stamp contains the text 'MERCUBUANA' and 'PERGAS' along with a barcode and the number 'BBAAKX303683014'. The signature is written in a cursive style.

Moh Mafatihul Ulumuddin

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT karena atas berkah, rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul, “Analisis Performa PLTS *Off Gride* Dengan Panel Surya Monokristal 100 WP Berbasis *Internet Of Things* Di Jalan Rawamangun Muka Jakarta Timur”. Tugas ini merupakan salah satu prasyarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Sarjana Strata Satu (S1) di Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan kepada penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta seluruh karyawan Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas mercu Buana.
7. Ibu Siti Asifah sebagai orang tua, Binti Uswa sebagai kakak, dan Binti Naasiha sebagai adik, atas doa, dukungan, perhatian dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin dan rekan kerja yang mendukung untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangan oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif untuk kesempurnaan laporan ini.

Jakarta, 21 Februari 2023



Moh Mafatihul Ulumuddin



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Tingginya konsumsi penggunaan bahan bakar berbasis fosil akan berdampak pada habisnya sumber daya tersebut suatu saat nanti. Sumber energi tersebut akan semakin habis karena bukan termasuk energi baru dan terbarukan. Untuk itu, perlu adanya pengembangan energi baru dan terbarukan sebagai sumber energi alternatif. Salah satu upaya dalam pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) adalah dengan memanfaatkan energi yang diperoleh dari radiasi sinar matahari, karena tidak menimbulkan polusi ke atmosfer. Matahari merupakan sumber energi yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan kebutuhan energi masa depan setelah berbagai sumber energi konvensional berkurang jumlahnya serta tidak ramah terhadap lingkungan. Pemanfaatan energi dari radiasi sinar matahari yaitu dengan menggunakan panel surya atau solar cell sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pada umumnya panel surya dalam rangkaian yang terpasang pada PLTS dipasang secara statis tanpa pengontrolan, sehingga kurang optimal dalam penyerapan sinar matahari, maka dari itu tujuan penelitian ini yaitu menganalisis performa dari PLTS otomatis yang dapat melacak sinar matahari secara otomatis secara *realtime* yang terintegrasi dengan *gadget* pengguna dengan aplikasi blynk melalui sistem berbasis *internet of things*. Panel surya dari PLTS ini menggunakan Panel Surya Monokristal dengan kapasitas 100 Wp, kemudian daya yang dihasilkan ditampung pada Battery/Accu berkapasitas 50 Ah, pada rangkaiannya terdapat komponen-komponen yaitu inverter, *solar charge controller*, arduino uno, sensor INA219, sensor PZEM, sensor LDR, sensor LUX, watt meter, motor servo, LCD dan pengendali (ESP-32). Dari penelitian yang dilakukan dengan judul penelitian analisis performa PLTS off grid dengan panel surya monokristal 100 Wp berbasis *internet of things*. dapat disimpulkan bahwa dengan menambah komponen penggerak panel surya dan sensor cahaya didapatkan perubahan yaitu panel surya dapat bergerak mengikuti arah rotasi matahari dengan hasil penyerapan tertinggi yang diterima panel surya. Hasil tegangan yang didapatkan sebesar 14,04 Volt dan kuat arus sebesar 2,37 ampere pada intensitas cahaya sebesar 104230 lux dengan kondisi cuaca panas. Untuk mengetahui hasil nilai dari pengukuran data penulis dapat melihat melalui indikator yang terdapat pada alat ukur manual dan *gadget/smartphone* yang sudah terintegrasi dengan aplikasi blynk dengan sistem *internet of things*.

Kata Kunci: PLTS, Panel Surya, pengontrolan otomatis, *internet of thing*

**PERFORMANCE ANALYSIS OF OFF GRID PLTS WITH 100 WP
MONOCRYSTALLINE SOLAR PANELS BASED ON THE INTERNET OF
THINGS ON JALAN RAWAMANGUN MUKA EAST JAKARTA**

ABSTRACT

The high consumption of fossil-based fuels will have an impact on the depletion of these resources someday. These energy sources will run out because they are not new and renewable energy. For this reason, it is necessary to develop new and renewable energy as an alternative energy source. One of the efforts to utilize renewable energy (EBT) is to utilize energy obtained from solar radiation, because it does not cause pollution to the atmosphere. The sun is an energy source that is expected to overcome the problem of future energy needs after various conventional energy sources have decreased in number and are not friendly to the environment. Utilization of energy from solar radiation, namely by using solar panels or solar cells to convert solar energy into electrical energy. In general, solar panels in a series that are installed on PLTS are installed statically without control, so they are not optimal in absorbing sunlight, therefore the master of this research is to analyze the performance of automatic PLTS which can track sunlight automatically in real time which is integrated with the user's gadget by the blynk application through an internet of things based system. The solar panel from this PLTS uses a Monocrystalline Solar Panel with a capacity of 100 Wp, then the power generated is accommodated in a Battery/Accu with a capacity of 50 Ah, in the series there are components, namely inverter, solar charge controller, arduino uno, INA219 sensor, PZEM sensor, sensor LDR, LUX sensor, watt meter, servo motor, LCD and controller (ESP-32). From the research conducted with the title research on the performance analysis of off-grid PLTS with 100 Wp monocrystalline solar panels based on the internet of things. It can be concluded that by adding the driving components of the solar panel and the light sensor, a change is obtained, that is, the solar panel can move in the direction of the sun's rotation with the highest absorption results received by the solar panel. The resulting voltage is 14.04 Volts and a current of 2.37 amperes at a light intensity of 104230 lux with hot weather conditions. To find out the results of the value of the data measurement, the author can see through the indicators contained in manual measuring instruments and gadgets/smartphones that have been integrated with the blynk application with the internet of things system.

Keywords: *PLTS, Solar cell, automatic control internet of thing*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	4
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA	13
2.2.1. Karakteristik Sel Surya	16
2.2.2. Perhitungan Daya Panel Surya	17
2.2.3. Perhitungan Energi Listrik	18
2.3. SUDUT DATANG DAN PEMANASAN MUKA BUMI	19
2.4. SUDUT ELEVASI	20
2.5. JENIS-JENIS PANEL SURYA	22
2.5.1. Monokristal (<i>Mono-crystalline</i>)	22
2.5.2. Polikristal (<i>Poly-Crystalline</i>)	23
2.5.3. <i>Thin Film Photovoltaic</i>	23

2.6. INVERTER	23
2.7. BATERAI	25
2.8. SOLAR CHARGE CONTROLLER (SCC)	27
2.9. KONFIGURASI SISTEM PLTS	28
2.9.1. Sistem PLTS Off Grid	29
2.9.2. Sistem PLTS On Grid	30
2.9.3. Sistem PLTS Hibrid	31
2.10. TEORI DASAR LISTRIK	32
2.10.1. Arus Listrik	32
2.10.2. Tegangan Listrik	33
2.10.3. Tahanan atau Resistansi	33
2.10.4. Daya Listrik	34
2.11. INTERNET OF THINGS (IOT)	34
2.11.1. Sejarah dan Perkembangan Internet of Things (IoT)	34
2.11.2. Definisi Internet of Things	35
2.11.3. Unsur-Unsur yang harus ada di Internet of Things	35
2.11.4. Manfaat <i>Internet of Things</i>	36
2.11.5. Cara Kerja <i>Internet of Things</i>	37
2.12. KOMPONEN PADA RANGKAIAN PLTS OTOMATIS BERBASIS IOT	38
2.13. BEBAN	38
2.13.1. Daya Lampu	38
2.13.2. Daya Kipas	39
2.14. RANCANGAN PLTS TERDAHULU	39
BAB III METODOLOGI	42
3.1. DIAGRAM ALIR	42
3.1.1. Studi Literatur	43
3.1.2. Tahap Pengambilan Data	43
3.1.3. Tahap Pengelompokan Data	44
3.1.4. Tahap Pengolahan Data	44
3.1.5. Analisa	44
3.2. ALAT DAN BAHAN	44
3.3. DATA SPESIFIKASI ALAT UKUR DAN BAHAN PENELITIAN	45
3.3.1. Tang Ampere	46
3.3.2. Lux Meter	46
3.3.3. Anemometer	47
3.3.4. Watt meter	48
3.3.5. Avometer (Multimeter)	49
3.3.6. Modul PZEM-044	49
3.3.7. Solar Cell	50
3.3.8. Battery (Akumulator)	51

3.3.9. Solar Charger Controller (SCC)	52
3.3.10. Inverter	52
3.3.11. LCD	53
3.3.12. Mikrokontroler	53
3.3.13. Sensor	54
3.3.14. ESP 32	55
3.4. IDENTIFIKASI MASALAH	56
3.4.1. Kerangka Pemikiran	56
3.4.2. Rancang Bangun Kontrol Sistem	57
3.5. CARA KERJA ALAT	57
3.6. WIRING DIAGRAM	58
3.6.1. Wiring diagram solar cell	58
3.6.2. Wiring diagram motor servo	59
3.6.3. Wiring diagram sensor	59
3.7. PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER	60
3.8. CARA PENGUKURAN DAN PENGUJIAN	64
3.8.1. Cara Pengukuran Alat	64
3.8.2. Cara Pengujian dan Pengambilan Data	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1. PENGGABUNGAN KE SISTEM INTERNET OF THINGS MELALUI APLIKASI BLYNK	67
4.2. ANALISIS DATA	68
4.3. PERBANDINGAN PEMBACAAN NILAI PADA SENSOR DAN ALAT UKUR	71
4.3.1. Sensor Arus Dan Alat Ukur Arus	71
4.3.2. Sensor Cahaya Dan Alat Ukur Cahaya	71
4.4. DATA DARI PENGUKURAN	75
4.4.1. Pengambilan Data Untuk Mendapatkan Arus Dan Tegangan Maksimal	75
4.4.2. Pengambilan Data Untuk Perbandingan Nilai Pada Sensor Dan Alat Ukur	75
4.5. PERHITUNGAN KEBUTUHAN BEBAN ENERGI	76
4.6. PEMBAHASAN	76
BAB V PENUTUP	79
5.1. KESIMPULAN	79
5.2. SARAN	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem PLTS	13
Gambar 2.2. Diagram kerja solar cell	15
Gambar 2.3. Struktur dasar, bentuk dan simbol sel surya	16
Gambar 2.4. Karakteristik kurva i-v sel surya	16
Gambar 2.5. Ratio energi/luas area	19
Gambar 2.6. Panjang/jarak atmosfer yang di lalui	20
Gambar 2.7. Sudut elevasi maksimum	21
Gambar 2.8. Derajat lintang sudut deklinasi	21
Gambar 2.9. Inverter	23
Gambar 2.10. Baterai untuk sel surya	25
Gambar 2.11. Solar charge controller	27
Gambar 2.12. Diagram dasar PLTS <i>off grid</i>	30
Gambar 2.13. Skema dasar PLTS <i>on grid</i>	31
Gambar 2.14. Skema dasar PLTS <i>hibrid</i>	32
Gambar 2.15. Contoh Iot dalam kehidupan dan elemennya	36
Gambar 2.16. Rangkaian sistem instalasi solar cell terdahulu	41
Gambar 2.17. Detail komponen pada sistem solar	41
Gambar 3.1. Diagram alir	42
Gambar 3.2. Tang ampere	46
Gambar 3.3. Lux meter	47
Gambar 3.4. Anemometer	47
Gambar 3.5. Wattmeter	48
Gambar 3.6. Avometer (Multimeter)	49
Gambar 3.7. Modul PZEM-044	49
Gambar 3.8. Solar cell	50
Gambar 3.9. Battery	51
Gambar 3.10. Solar charger controller (SCC)	52
Gambar 3.11. Inverter	52
Gambar 3.12. LCD	53
Gambar 3.13. Mikrokontroler arduino	53

Gambar 3.14. Sensor arus INA 219	54
Gambar 3.15. Sensor tegangan DC	54
Gambar 3.16. Sensor LDR	55
Gambar 3.17. Sensor lux BH1750	55
Gambar 3.18. ESP 32	55
Gambar 3.19. Kerangka pemikiran	56
Gambar 3.20. Rancang bangun sistem elektrikal	57
Gambar 3.21. Wiring diagram solar cell	58
Gambar 3.22. Wiring diagram motor servo	59
Gambar 3.23. Wiring diagram sensor	60
Gambar 3.24. Tampilan aplikasi arduino	60
Gambar 3.25. Tampilan pemrograman arduino IDE motor servo	61
Gambar 3.26. Tampilan pemrograman arduino IDE sensor pada PLTS	62
Gambar 4.1. Tampilan <i>home</i> aplikasi blynk rangkaian PLTS	67
Gambar 4.2. Tampilan <i>setting poin</i> sensor di aplikasi blynk pada PLTS	68
Gambar 4.3. Tampilan monitoring sensor aplikasi blynk di gadget pengguna	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1. Alat dan Bahan Penelitian	44
Tabel 3.2. Spesifikasi tang ampere	46
Tabel 3.3. Spesifikasi lux meter	47
Tabel 3.4. Spesifikasi anemometer	48
Tabel 3.5. Spesifikasi watt meter	48
Tabel 3.6. Spesifikasi avometer	49
Tabel 3.7. Spesifikasi PZEM-044	50
Tabel 3.8. Spesifikasi solar cell	50
Tabel 3.9. Perintah I/O Arduino IDE Motor Servo	61
Tabel 3.10. Perintah I/O Arduino IDE Sensor Pada Rangkaian PLTS	62
Tabel 4.1 Tegangan Output Panel Surya Tanpa Tracker Otomatis Interval Waktu 10 Menit	69
Tabel 4.2 Tegangan Output Panel Surya Menggunakan Tracker Otomatis Interval Waktu 10 Menit	69
Tabel 4.3 Tegangan Output Panel Surya Tanpa Tracker Otomatis Interval Waktu 30 Menit	69
Tabel 4.4 Tegangan Output Panel Surya Menggunakan Tracker Otomatis Interval Waktu 30 Menit	70
Tabel 4.5 Tegangan Output Panel Surya Tanpa Tracker Otomatis Interval Waktu 60 Menit	70
Tabel 4.6 Tegangan Output Panel Surya Menggunakan Tracker Otomatis Interval Waktu 60 Menit	71
Tabel 4.7 Perbandingan Pembacaan Nilai Antara Sensor Dengan Alat Ukur Interval Waktu 10 Menit	72
Tabel 4.8 Perbandingan Pembacaan Nilai Antara Sensor Dengan Alat Ukur Interval Waktu 30 Menit	73
Tabel 4.9 Perbandingan Pembacaan Nilai Antara Sensor Dengan Alat Ukur Interval Waktu 60 Menit	74

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
P_{in}	Daya yang diterima
I_r	Intensitas atau radiasi matahari
A	Luas permukaan
P_{modul}	Daya panel surya yang dibutuhkan (Kwp)
FF	Faktor Pengisian
V_{pm}	Tegangan pada titik kerja maksimum (V)
I_{pm}	Arus pada titik kerja maksimum (A)
V_{oc}	Tegangan rangkaian terbuka (V)
I_{sc}	Arus hubung singkat (<i>short-circuit current</i>)
P_{out}	Daya yang dikeluarkan panel surya (Watt)
FF	Faktor pengisian
V_{maks}	Tegangan maksimal
I_{maks}	Arus maksimal
η	Efisiensi keluaran maksimum
P_{out}	Daya keluaran
W	Energi listrik
V	Tegangan listrik (Volt/V)
I	Arus listrik (Ampere/A)
T	Waktu
P	Daya
R	Tahanan listrik (Ohm/ Ω)
EB	Energi yang dibutuhkan beban dalam sehari(W-jam)
D	jumlah hari tanpa radiasi/tahun =5
Kb	Efisiensi charging dan discharging baterai = 0,8
P	Daya listrik (watt/w)
$\text{Cos}\Phi$	faktor daya nilainya (0,6-0,90 nilai umum= 0,8

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
EBT	Energi Baru Terbarukan
IoT	<i>Internet Of Things</i>
PLN	Perusahaan listrik Negara
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
AH	<i>Ampere Hours</i>
WP	<i>Watt Peak</i>
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
DC	<i>Direct Current</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
PV	<i>Photovoltaic</i>
ALS	<i>Ambient Light Sensor</i>
BBM	Bahan Bakar Minyak
RFID	Radio Frequency Identification
HEM	<i>Heat echarger method</i>
IGBT	<i>Insulated Gate Bipolar Transistor</i>
PCS	<i>Power Conditioner System</i>
PCU	<i>Power Conditioner Unit</i>
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
DoD	<i>Depth of Discharge</i>
SCC	<i>Solar Charge Controller</i>
DoA	<i>days of autonomy</i>
LF	<i>Load factor</i>
DF	<i>Demand factor</i>
DiF	<i>Diversity factor</i>