

SKRIPSI

Monitoring dan Pelaporan Daya Serta Utilitas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Raspberry Pi 3



Oleh :

**David Leo Budi Teguh
5103016007**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2020**

SKRIPSI

Monitoring dan Pelaporan Daya Serta Utilitas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Raspberry Pi 3

Diajukan kepada Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro



Oleh :

David Leo Budi Teguh
5103016007

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2020

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks, seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 1 Juli 2020

Mahasiswa yang bersangkutan




David Leo Budi Teguh
51030016007

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul *Monitoring dan Pelaporan Daya Serta Utilitas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Raspberry Pi 3* yang ditulis oleh **David Leo Budi Teguh / 5103016007** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke Tim penguji

Handwritten signature in blue ink, appearing to read 'ALBERT G.' with a stylized flourish above the name.

Pembimbing I: Albert Gunadhi, ST., MT., IPM

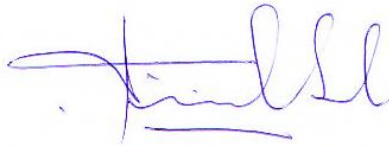
Handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diana' with a stylized flourish above the name.

Pembimbing II: Ir. Diana Lestariningsih, ST., MT

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah Skripsi skripsi berjudul “*Monitoring dan Pelaporan Daya Serta Utilitas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Raspberry Pi 3*” yang ditulis oleh **David Leo Budi Teguh / 5103016007**, telah disetujui pada tanggal 1 Juli 2020 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Dewan Penguji



Ir. Rasional Sitepu, MEng., IPM., ASEAN Eng

NIK. 511.89.0154

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik
Prof. Dr. Sutrisno, M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng
511.93.0198


Ketua Jurusan Teknik Elektro
Albert Gunardi, ST, MT, IPM
511.94.0209

**LEMBAR PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : David Leo Budi Teguh

NRP : 5103016007

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan Judul: **“Monitoring dan Pelaporan Daya Serta Utilitas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Raspberry Pi 3”** untuk dipublikasikan / ditampilkan di Internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 1 Juli 2020

Mahasiswa yang bersangkutan



David Leo Budi Teguh

51030016007

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi “**Monitoring dan Pelaporan Daya Serta Utilitas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Raspberry Pi 3**” dapat terselesaikan. Buku skripsi ini ditulis guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segala saran, bimbingan, dan dorongan semangat guna terselesaikannya skripsi ini. Untuk itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Orang tua, yang telah membiayai, memotivasi, memfasilitasi, mendukung, dan mendoakan penulis selama melaksanakan kerja praktek serta dalam penulisan laporan.
3. Albert Gunadhi, ST., MT., IPM. selaku dosen pendamping akademik yang menuntun penulis dari awal hingga akhir semester serta dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi.
4. Ir. Diana Lestariningsih, ST, MT. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis dalam pengerjaan buku skripsi.
5. Ir. Rasional Sitepu., MEng., IPM., ASEAN Eng, Andrew Joewono, ST., MT., IPM, dan Ir. Yuliati, SSi., MT., IPM selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam pengerjaan skripsi, baik dari segi materi maupun teknik penyajiannya, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Demikian laporan skripsi yang telah dibuat, semoga berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila dalam pelaksanaan serta penyusunan laporan skripsi terdapat hal-hal yang kurang berkenan.

Surabaya, 1 Juli 2020

David Leo Budi Teguh

ABSTRAK

Saat ini, kebutuhan energi listrik menjadi kebutuhan utama dalam memenuhi berbagai kebutuhan sehari-hari. Di Negara Indonesia, kebanyakan masyarakat menggunakan listrik dari PLN. Selain PLN, sekarang dikembangkan penggunaan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Akan tetapi, PLTS yang berkembang saat ini perlu ditingkatkan optimalisasi pada bagian pengukuran besaran listrik pada daya serta utilitas yang masih dilakukan dengan perhitungan secara manual. Dalam pengukuran besaran listrik pada PLTS perlu dilakukan pemantauan secara teratur agar setiap kondisi dapat terpantau dengan baik. Salah satu cara yang efektif dan efisien untuk mengatasi hal ini adalah dengan menggunakan sistem pengukuran yang bersifat *realtime* sehingga data terkirim secara otomatis dan dapat diakses di mana saja. Dalam skripsi ini, dibuat sebuah alat untuk *monitoring* dan pelaporan data pengukuran daya dan utilitas PLTS. Pada alat ini terdapat sensor tegangan untuk membaca nilai tegangan PV (*photovoltaic*) dan sensor arus untuk membaca arus yang dihasilkan PV. Mikrokontroler Raspberry Pi 3 digunakan sebagai pemroses utama untuk mendapatkan nilai daya listrik dan utilitas PV dari pengolahan nilai tegangan dan arus. Modul PV digunakan sebagai sumber energi listrik dari sinar matahari yang disimpan dalam baterai. Alat ini juga terdapat layar monitor (LCD *touch screen*) yang terhubung Raspberry Pi 3 untuk menampilkan data PV (tegangan, arus, daya, dan utilitas) dalam bentuk numerik dan mengatur data pengukuran (interval dan banyak data) berbasis GUI (Graphical User Interfaces). Hasil dari penelitian ini berupa pengukuran tegangan, arus, daya listrik, dan utilitas PV dengan rata-rata error dibawah 4%. Hasil *monitoring* data pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat diakses melalui *smartphone* dan PC (*Personal Computer*). Sedangkan pelaporan data pengukuran dikirim ke email penerima dalam bentuk berkas csv sehingga datanya bisa dilihat dalam bentuk tabel melalui Microsoft Excel.

Kata Kunci: Panel Surya, *Battery Charge Controller*, Raspberry Pi 3

ABSTRACT

At present, the need for electrical energy is a major requirement in meeting various daily needs. In the State of Indonesia, most people use electricity from PLN. Besides PLN, now the use of PLTS (Solar Power Plants) is being developed. However, the current solar power plant needs to be improved optimization in the measurement of electrical quantities on power and utility that is still done with manual calculations. In measuring the amount of electricity in the PLTS, monitoring needs to be done regularly so that every condition can be monitored properly. One effective and efficient way to overcome this is to use a realtime measurement system so that data is sent automatically and can be accessed anywhere. In this thesis, a tool for monitoring and reporting power and utility measurement data is made. In this tool there is a voltage sensor to read the PV (photovoltaic) voltage value and a current sensor to read the current generated by PV. The Raspberry Pi 3 microcontroller is used as the main processor to get the value of electrical power and the utility of PV from processing voltage and current values. The PV module is used as a source of electrical energy from sunlight stored in batteries. This tool also has a monitor screen (touch screen LCD) connected to Raspberry Pi 3 to display PV data (voltage, current, power, and utility) in numeric form and manage measurement data (intervals and data quantity) based on GUI (Graphical User Interfaces). The results of this study are measurements of voltage, current, electric power, and the utility of PV with an average error below 4%. The results of monitoring the measurement data are displayed in graphical form that can be accessed via a smartphone and PC (Personal Computer). While reporting measurement data is sent to the recipient's email in the form of CSV file so that the data can be viewed in tabular form through Microsoft Excel.

Keyword: Solar Panel, Battery Charge Controller, Raspberry Pi 3

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Perumusan Masalah.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TEORI PENUNJANG.....	6
2.1. Sistem PLTS.....	6
2.2. Panel Surya.....	6
2.3. Baterai (Aki).....	7
2.4. <i>Battery Charge Controller</i> (BCR).....	8
2.5. Lampu DC.....	10
2.6. Raspberry Pi 3.....	10
2.7. Layar Sentuh Raspberry Pi.....	14

2.8. Sensor Tegangan.....	15
2.9. Sensor Arus ACS712.....	15
2.10. Relay.....	17
2.11. ThingSpeak.....	18
BAB III METODE PERANCANGAN ALAT.....	19
3.1. Perancangan Sistem.....	19
3.2. Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.2.1. Perancangan Board Expansion Shield.....	23
3.2.2. Perancangan Kerangka.....	26
3.2.3. Perancangan Sistem Kontrol.....	27
3.3. Perancangan <i>Software</i>	30
3.4. Algoritma Kerja Alat.....	37
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT.....	39
4.1 Pengukuran Besar Tegangan Listrik Panel Surya.....	39
4.2 Pengukuran Besar Arus Listrik Panel Surya.....	40
4.3 Pengukuran Besar Daya Listrik Panel Surya.....	41
4.4 Pengukuran Besar Utilitas Panel Surya.....	42
4.5 Pengujian Kinerja ADC Pada Expansion Shield.....	43
4.6 Hasil Pemantauan Data Melalui Android.....	45
4.7 Hasil Pemantauan Data Melalui Web.....	47
4.8 Hasil Pelaporan Data Sistem PLTS.....	48
BAB V KESIMPULAN.....	50
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN I.....	53
LAMPIRAN II.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Panel surya jenis polikristalin.....	7
Gambar 2.2	Contoh baterai (aki) untuk sistem PLTS.....	8
Gambar 2.3	Contoh BCR untuk sistem PLTS.....	9
Gambar 2.4	Contoh lampu DC 12 volt untuk sistem PLTS	10
Gambar 2.5	Raspberry Pi 3 (a) Board modul, (b) Konfigurasi pin.....	11
Gambar 2.6	Layar sentuh untuk Raspberry Pi.....	14
Gambar 2.7	Sensor tegangan (a) Board modul, (b) Rangkaian.....	15
Gambar 2.8	Sensor arus (a) Board modul, (b) Rangkaian	17
Gambar 2.9	(a) Contoh Bentuk Fisik Relay (b) Simbol Relay SPDT.....	17
Gambar 2.10	Contoh modul relay yang ada dipasaran.....	18
Gambar 3.1	Diagram blok sistem.....	19
Gambar 3.2	Expansion Shield (a) Skematik rangkaian, (b) Desain ukuran dan tata letak komponen	25
Gambar 3.3	Perancangan kerangka alat	27
Gambar 3.4	Tata letak komponen dalam kotak panel	28
Gambar 3.5	Diagram tampilan GUI pada proyek skripsi	31
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> program proyek skripsi bagian 1	32
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> program proyek skripsi bagian 2.....	34
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> program proyek skripsi bagian 3	35
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> program proyek skripsi bagian 4	37
Gambar 4.1	Rangkaian pengujian kinerja ADC pada Expansion Shield...	44
Gambar 4.2	Tampilan grafik melalui android (a) Tegangan PV, (b) Arus PV, (c) Daya PV, (d) utilitas PV.....	46
Gambar 4.3	Tampilan grafik melalui web platform IoT	47
Gambar 4.4	Data mencapai batas dan pelaporan melalui email	48
Gambar 4.5	Data pengukuran terkirim ke email	49

Gambar 4.6 Hasil data pengukuran pada Microsoft Excel	49
Gambar L1.1 Hasil cetak PCB Expansion Shield	53
Gambar L1.2 Board Expansion Shield pada Raspberry Pi 3	53
Gambar L1.3 Realisasi alat (tampak depan)	54
Gambar L1.4 Realisasi alat (tampak belakang).....	55
Gambar L1.5 Isi kotak panel	56
Gambar L1.6 Tampilan awal GUI ketika baru dijalankan	57
Gambar L1.7 Input data pengukuran ke database	57
Gambar L1.8 Label spesifikasi panel surya	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi pin Raspberry Pi 3 beserta deskripsinya.....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi teknis Raspberry Pi 3	13
Tabel 2.3 Konfigurasi konektor Raspberry Pi 3.....	14
Tabel 2.4 Spesifikasi sensor arus ACS712.....	16
Tabel 3.1 Konfigurasi pin Raspberry Pi I/O Expansion Shield.....	26
Tabel 3.2 Konfigurasi komponen dalam kotak panel.....	29
Tabel 4.1 Hasil pengukuran sensor tegangan DC untuk panel surya	40
Tabel 4.2 Hasil pengukuran sensor arus untuk panel surya	41
Tabel 4.3 Hasil pengukuran daya untuk panel surya.....	42
Tabel 4.4 Hasil pengukuran utilitas untuk panel surya	43
Tabel 4.5 Hasil pengujian ADC pada Expansion Shield Raspberry Pi 3 ...	44