

LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA *GRID TIED* KAPASITAS 440 WP DI ATAP RUMAH DAN
MONITORING BERBASIS IoT (*INTERNET of THINGS*)**

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Srata Satu (S1)



UNIVERSITAS Disusun Oleh:

Nama : Baqiyyatus Shulkha

NIM : 41417110088

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA *GRID TIE* KAPASITAS 440 WP DI ATAP RUMAH DAN
MONITORING BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS)**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : Baqiyyatus Shulka
NIM : 41417110088
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

(Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Harizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Baqiyyatus Shulkha
NIM : 41417110088
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : **Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik
Tenaga Surya Grid Tied Kapasitas 440 WP di Atap
Rumah dan *Monitoring* Berbasis IoT (*Internet of
Things*).**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 1 Juli 2021



Baqiyyatus Shulkha

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya bagi Allah جل جلاله, Kami memuji-Nya, memohon pertolongan dan ampunan kepada-Nya, Kami berlindung kepada Allah جل جلاله dari kejahatan diri-diri kami kejelekan amalan-amalan kami.

Saya bersaksi bahwa tidak ada illah yang berhak diibadahi dengan benar kecuali Allah semata, tidak ada sekutu bagi-Nya, dan saya bersaksi bahwa Nabi Muhammad صلى الله عليه وسلم adalah hamba dan Rasul-Nya.

Dengan-Nyalah aku diberikan Taufiq mampu menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Grid Tied Kapasitas 440 WP di Atap Rumah dan Monitoring Berbasis IoT (Internet of Things)**” tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini terutama kepada:

1. Kedua Orang tua beserta keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc selaku Kordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc selaku sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh jajaran Dosen dan Staf Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.

6. Seluruh teman-teman angkatan 2017 Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan moral, semangat dan bantuannya dalam penyelesaian Tugas Besar ini.
7. Semua Pihak yang telah membantu menyelesaikan pembuatan dan penulisan Tugas Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung.

Tetapi tidak lepas dari semua itu, penulis sadar sepenuhnya bahwa dalam Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknik penyajiannya. Maka dari itu, dengan lapang dada penulis membuka seluas-luasnya pintu bagi para pembaca yang ingin memberikan kritik ataupun sarannya demi penyempurnaan laporan ini.

Maka dengan mengharapkan pertolongan Allah جل جلاله, penulis yang lemah ini berusaha (sebatas kemampuan yang dimiliki) menyusun laporan ini. Penulis sangat berharap semoga dari makalah yang sederhana ini bisa bermanfaat.

Jakarta, 1 Juli 2021

Penulis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Baqiyyatus Shulkha

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi listrik mengakibatkan semakin menipisnya cadangan sumber energi berbahan bakar fosil karena dieksploitasi dan dieksplorasi secara terus menerus. Salah satu strategi pemerintah melakukan transisi sumber energi yang masih belum dimanfaatkan dengan baik yaitu dari sumber energi baru dan terbarukan (EBT). Sumber energi terbarukan yang memiliki potensi cukup baik, melimpah dan ramah lingkungan adalah energi yang berasal dari energi surya. Namun pengembangan energi surya menjadi pembangkit listrik memiliki persoalan dalam pembangunan seperti keterbatasannya lahan yang di jadikan tempat pembangkit. Solusi yang dapat diambil dalam mengembangkan pembangkit ini pemanfaatan lahan atap bangunan sebagai tempat pembangkit listrik. Konsep Perancangan PLTS *rooftop* yang terintegrasikan dengan jaringan PLN diterapkan pada penelitian ini. Namun penggunaan inverter pada sistem ini sering tidak diketahui pembagian daya yang dihasilkan oleh sistem PLTS dan daya dari jaringan untuk menunjang kebutuhan beban.

Pada penelitian ini penulis merancang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terintegrasi dengan jaringan listrik PLN di atap rumah. Modul surya yang digunakan 2 unit berkapasitas 220 WP yang dirangkai paralel dan inverter kapasitas 1000 watt. Proses pembagian daya pada inverter diperkenalkan metode *monitoring sharing system* yang digunakan untuk memantau pembagian daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler NodeMCU digunakan sebagai pusat kontrol dan Sensor PZEM-004T dikombinasikan dengan Sensor PZCT-02 sebagai alat untuk membaca tegangan, arus, daya dan energi listrik. Sensor akan membaca data kemudian dikirim ke NodeMCU ESP8266 melalui komunikasi TTL serial setiap 1 detik. Mikrokontroler NodeMCU akan memproses data dari sensor kemudian dikirim ke *server cloud Blynk* untuk menampilkan data sensor secara *realtime*.

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran yang dihasilkan pada masing-masing modul surya adalah 220,6 watt dan memiliki potensi energi maksimal 2,000383 kWh/hari atau 730,1397 kWh/tahun. Nilai error tertinggi pada *system sharing* inverter didapat persentase sebesar 4,96% dan memiliki persentase rata-rata eror sebesar 2,106%. Biaya investasi awal yang diperlukan pada perancangan PLTS adalah Rp 7.924.800,00 serta biaya operasional dan *maintenance* per tahun Rp 79.248,00. Nilai investasi dan keuntungan yang didapatkan dari pemasangan PLTS diperkirakan akan balik modal dalam waktu 7,02 Tahun.

Kata kunci: *Grid Tied*, Modul surya, PZEM-004T, *Sharing System*, PZCT-02

ABSTRACT

Increased electrical energy needs have resulted in further depletion of fossil-fuelled reserves as they are continuously exploited and explored. One of the government's strategies involves the unoptimized transition of energy sources that is renewable energy sources. A renewable energy source of considerable good, abundant and environmentally clean potential is energy derived from solar energy. But development of solar energy in power plants has a problem of development, such as the area constraints as the generating plants. A possible solution to the development of the area uses the rooftop of a building as an electric plant. The concept design of rooftop solar power plant integrated with a PLN network applied to this study. However, the inverter use of these systems has been often unknown to the distribution of power generated by the solar power plant (PLTS) and power systems from the network to help support the burden needs.

In this study the authors designed rooftop solar power plant (PLTS) integrated with a PLN network electric. The Photovoltaic module used by 2 units of 220 WP is parallel series and an inverter capacity of 1000 watts. The process of power sharing on inverter was introduced by the method of monitoring sharing system used to monitor the electric power sharing based internet of things (IoT). Microcontroller nodeMCU was used as a control center and PZEM-004T sensor combined with PZCT-02 as a tool for reading voltage, current, power and energy. Sensors will read the data then sent to NodeMCU ESP8266 through TTL interface every 1 second. The microcontroller NodeMCU will process data from the sensors and then send to the blynk cloud server to present the sensor's data realtime.

Based on the output calculations generated in each photovoltaic module is 220.6 watts and has a maximum energy potential of 2.000383 kWh/day or 730.1397 kWh/year. The highest error value on the inverter sharing system results in a percentage of 4.96% and has an average percentage of errors by 2.106%. The initial investment cost required in the solar power plant (PLTS) design is Rp. 7,924,800.00 and the operational and maintenance costs per year are Rp. 79,248.00. The investment value and profits derived from the installation of solar power plant (PLTS) are expected to return on investment within 7.02 years.

Keywords: Grid Tied, Photovoltaic module, PZEM-004T, Sharing System, PZCT-02

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Pembahasan	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II PROFIL PERUSAHAAN.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Karakteristik dan Manfaat Matahari	10
2.3 Bayangan/ <i>Shading</i>	12
2.4 <i>Solar Home System</i>	13
2.4.1 Konfigurasi PLTS	14

2.4.2 Prinsip Kerja PLTS	17
2.5 Komponen-Komponen PLTS <i>Grid Tied</i> Atap	18
2.5.1 Komponen Utama	18
2.5.2 Komponen Pendukung.....	25
2.6 <i>Internet of Things</i>	26
2.7 NodeMCU ES _p -8266 Seri 12-E.....	28
2.8 Arduino IDE.....	30
2.9 Blynk	31
2.10 Sensor PZEM-004T	32
2.11 Sensor PZCT-02.....	34
BAB III PERENCANAAN DAN PERANCANGAN.....	36
3.1 Diagram Alir Penelitian	36
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.3 Analisis dan Identifikasi Kebutuhan	38
3.4 Blok Diagram	39
3.5 Tahap Perencanaan PLTS	41
3.6 Tahap Perencanaan <i>Monitoring Sharing System</i>	46
3.7 Analisa Ekonomi	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Hasil Realisasi Sistem PLTS <i>Grid Tied</i>	54
4.2 Hasil Realisasi <i>Monitoring Sharing System</i>	55
4.3 Perhitungan Kebutuhan Beban.....	56
4.4 Analisis Perencanaan PLTS	57
4.4.1 Perhitungan Modul surya	57
4.4.2 Perhitungan Inverter.....	58

4.4.3 Perhitungan Proteksi Arus lebih	59
4.5 Analisis <i>Monitoring Sharing System</i>	60
4.6 Analisis Monitoring Sharing System	69
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	79



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Matahari.....	10
Gambar 2.2	<i>Box junction</i>	13
Gambar 2.3	Alur kerja <i>solar home system (SHS)</i>	14
Gambar 2.4	Konfigurasi PLTS <i>off-grid</i> terpusat.....	15
Gambar 2.5	Konfigurasi PLTS atap <i>on-grid</i>	16
Gambar 2.6	Prinsip kerja <i>cell photovoltaic</i>	17
Gambar 2.7	Rangkaian modul surya <i>photovoltaic</i>	19
Gambar 2.8	Struktur bagian modul <i>photovoltaic</i>	19
Gambar 2.9	Jenis-jenis modul <i>photovoltaic</i>	21
Gambar 2.10	<i>Grid tied inverter</i>	23
Gambar 2.11	Konstruksi MCB	24
Gambar 2.12	Konsep IoT	27
Gambar 2.13	Pinout NodeMCU ESP-8266.....	28
Gambar 2.14	Tampilan <i>software</i> Arduino IDE.....	31
Gambar 2.15	Tampilan aplikasi blynk	32
Gambar 2.16	Sensor PZEM-004T.....	33
Gambar 2.17	Wiring diagram PZEM-004T	34
Gambar 2.18	Sensor PZCT-02	35
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	37
Gambar 3.2	Lokasi penelitian	38
Gambar 3.3	Blok diagram perencanaan	40
Gambar 3.4	Rencana <i>monitoring sharing system</i>	47
Gambar 3.5	Tampilan <i>software</i> arduino IDE	49

Gambar 3. 6	Tampilan <i>software</i> blynk.....	51
Gambar 3. 7	Rencana <i>design</i> box.....	52
Gambar 4. 1	Pemasangan modul surya	54
Gambar 4. 2	Bagian dalam panel	55
Gambar 4. 3	Bagian dalam <i>box monitoring sharing system</i>	55
Gambar 4. 4	Pengujian hari pertama	65
Gambar 4. 5	Pengujian hari kedua	66
Gambar 4. 6	Pengujian hari ketiga	66
Gambar 4. 7	Pengujian hari keempat	67
Gambar 4. 8	Pengujian hari kelima	67
Gambar 4. 9	Pengujian hari keenam	68
Gambar 4. 10	Pengujian hari ketujuh.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel perbandingan penelitian	8
Tabel 2.2	Karakteristik matahari	11
Tabel 2.3	Spesifikasi NodeMCU.....	29
Tabel 3.1	Spesifikasi modul photovoltaic	42
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>grid tied inverter</i>	45
Tabel 3.3	Pin konfigurasi rangkaian <i>output</i>	48
Tabel 3.4	Konfigurasi <i>input</i> aplikasi <i>blynk</i>	50
Tabel 4.1	Kebutuhan daya listrik rumah	56
Tabel 4.2	Hasil analisa perencanaan PLTS	60
Tabel 4.3	Pengukuran <i>sharing system</i> hari pertama.....	61
Tabel 4.4	Pengukuran <i>sharing system</i> hari kedua	61
Tabel 4.5	Pengukuran <i>sharing system</i> hari ketiga.....	62
Tabel 4.6	Pengukuran <i>sharing system</i> hari keempat.....	62
Tabel 4.7	Pengukuran <i>sharing system</i> hari kelima.....	63
Tabel 4.8	Pengukuran <i>sharing system</i> hari keenam	64
Tabel 4.9	Pengukuran <i>sharing system</i> hari ketujuh.....	64
Tabel 4.10	Data harga komponen Sistem PLTS	69