

**STUDI EVALUASI KINERJA DAN KELAYAKAN EKONOMI
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP
32 KWP DI GEDUNG KANTOR PT. KPJB
KABUPATEN JEPARA**

Tesis

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Disusun Oleh:

OKY SENA RITZKY CINICY

30000421410017

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2023**

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

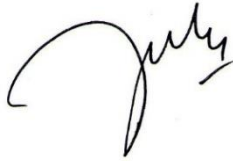
Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing dari:

Mahasiswa : Oky Sensa Ritzky Cinicy
NIM : 30000421410017
Program Studi : Magister Energi
Judul Tesis : Studi Evaluasi Kinerja dan Kelayakan Ekonomi
Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 32 kWp
di Gedung Kantor PT. KPJB Kabupaten Jepara

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal, Ujian Kemajuan Tesis, dan Ujian Seminar Tesis sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, 9 Februari 2023

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., IPU, Asean.Eng
NIP. 196405261989031002

Dosen Pembimbing II



Dr. Singgih Saptadi, S.T., M.T.
NIP. 197403162001121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulisa atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Semarang, 9 Februari 2023

Okky Sensa Ritzky Cinicy
NIM. 30000421410017

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Oky Sensa Ritzky Cinicy
NIM : 30000421410017
Program Studi : Magister Energi
Sekolah : Program Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**STUDI EVALUASI KINERJA DAN KELAYAKAN EKONOMI
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP 32 KWP
DI GEDUNG KANTOR PT. KPJB KABUPATEN JEPARA**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di: Semarang
Pada tanggal: 9 Februari 2023
Yang Menyatakan,

Okky Sensa Ritzky Cinicy
NIM. 30000421410017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Studi Evaluasi Kinerja dan Kelayakan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 32 kWp di Gedung Kantor PT. KPJB Kabupaten Jepara”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan dan saran dalam penyusunan tesis ini kepada :

1. Prof. Dr. R.B. Sularto, S.H, M. Hum selaku Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro.
2. Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., IPU, Asean.Eng selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro sekaligus selaku Dosen Pembimbing Utama.
3. Dr. Singgih Saptadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas waktu, tenaga, petunjuk dan keramah-tamahannya dalam membimbing penulis dalam penyusunan proposal.
4. Bapak Sholikin, S.E., selaku tim administrasi yang selalu baik hati membantu aktivitas perkuliahan di Magister Energi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Magister Energi yang telah memberikan pengajaran yang luar biasa kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Serta Keluarga tercinta yang telah memberikan semangat dan motivasi yang luar biasa hingga terselesaikannya proposal tesis ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan. Semoga penulisan tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 9 Februari 2023

Penulis

Okky Sensa Ritzky Cinicy

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN UJIAN TESIS	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Originalitas Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Potensi Energi Matahari	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	9
2.3 Kebijakan Implementasi PLTS.....	11
2.4 Komponen Utama PLTS (<i>On-Grid</i>).....	11
2.5 Perhitungan Teknis PLTS.....	17
2.6 Potensi Losses pada PLTS.....	21
2.7 Software Simulasi PVSyst 7.2.....	23
2.8 Perhitungan Ekonomi	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.2	Jenis Penelitian	29
3.3	Kerangka Penelitian.....	30
3.4	Ruang Lingkup Penelitian	31
3.5	Metode Pengumpulan Data	32
3.6	Spesifikasi Teknis.....	34
3.7	Teknik Analisa Data	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Pengukuran Peralatan Eksisting.....	42
4.2	Kajian Kelayakan Teknis PLTS 32 kWp.....	46
4.3	Perencanaan Ekspansi PLTS Sesuai Kebutuhan Beban Aktual	56
4.4	Analisa Kelayakan Ekonomi PLTS	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.1	Sebaran Energi Surya di Indonesia	8
Tabel 3.1	Tabel Data Primer	32
Tabel 3.2	Tabel Data Sekunder	32
Tabel 3.3	Parameter dan Teknik Pengumpulan Data	33
Tabel 3.4	Spesifikasi Solar Panel 400 watt peak	34
Tabel 3.5	Spesifikasi Inverter.....	35
Tabel 3.6	Spesifikasi PV Connector	37
Tabel 3.7	Variabel Input Output Simulasi PLTS	39
Tabel 3.8	Variabel Input Output Analisa Ekonomi.....	41
Tabel 4.1	Nilai Beban Listrik Aktual	43
Tabel 4.2	Pemeriksaan Parameter AC (PV AC Box).....	44
Tabel 4.3	Pemeriksaan Parameter DC (PV DC Box).....	45
Tabel 4.4	Pemeriksaan Parameter Inverter.....	45
Tabel 4.5	Performance Ratio PLTS 32 kWp Aktual (1)	51
Tabel 4.6	Performance Ratio PLTS 32 kWp Aktual (2)	52
Tabel 4.7	Hasil Produksi Listrik Aktual PLTS 32 kWp	61
Tabel 4.8	Nilai Investasi Awal PLTS 32 kWp.....	63
Tabel 4.9	Biaya Pemeliharaan PLTS 32 kWp per Tahun	64
Tabel 4.10	Biaya Estimasi Suku Cadang PLTS 32 kWp Sekarang	64
Tabel 4.11	Arus Kas Investasi PLTS 32 kWp	65
Tabel 4.12	Estimasi Produksi Listrik Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	70
Tabel 4.13	Biaya Estimasi Suku Cadang Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	73
Tabel 4.14	Arus Kas Investasi Ekspansi PLTS 76,8 kWp	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sebaran Potensi Energi Surya di Indonesia.....	7
Gambar 2.2	Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Jenis On-Grid.....	10
Gambar 2.3	Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Jenis Off-Grid	10
Gambar 2.4	Panel Surya Monokristal	12
Gambar 2.5	Panel Surya Polikristal	13
Gambar 2.6	Thin film photovoltaic	13
Gambar 2.7	String Inverter.....	14
Gambar 2.8	Tampilan Central Inverter	15
Gambar 2.9	Topologi Multi-String Inverter.....	15
Gambar 2.10	Tampilan Human Monitor Interface.....	16
Gambar 2.11	Tampilan kWh Ekspor Impor	17
Gambar 2.12	Tampilan Software PVSyst 7.2	24
Gambar 3.1	Lokasi Pemasangan PLTS Rooftop 32 kWp.....	28
Gambar 3.2	Tampilan PLTS Rooftop 32 kWp <i>On-Grid</i>	29
Gambar 3.3	Kerangka Penelitian.....	30
Gambar 3.4	Karakteristik Solar Panel 400 watt peak	34
Gambar 3.5	Proteksi Inverter Eksisting	36
Gambar 3.6	Spesifikasi Kabel Power.....	36
Gambar 3.7	Lay Out PLTS Rooftop 32 kWp.....	38
Gambar 4.1	Grafik Nilai Beban Listrik Harian	42
Gambar 4.2	Asumsi Nilai Beban Listrik Pada Simulasi PVSyst 7.2	43
Gambar 4.3	Ringkasan Simulasi PLTS 32 kWp	47
Gambar 4.4	Produksi dan Performance Ratio PLTS 32 kWp.....	47
Gambar 4.5	Parameter Hasil Simulasi PLTS 32 kWp	48
Gambar 4.6	Loss Diagram PLTS 32 kWp	49
Gambar 4.7	Perbandingan Hasil Performance Ratio.....	54
Gambar 4.8	Kondisi Permukaan Panel Surya PLTS 32 kWp	54
Gambar 4.9	Wiring Panel Surya ke PV DC Box	55
Gambar 4.10	Ringkasan Simulasi Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	57

Gambar 4.11	Produksi dan Performance Ratio Ekspansi PLTS 76,8 kWp	58
Gambar 4.12	Parameter Hasil Simulasi Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	58
Gambar 4.13	Loss Diagram Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	59
Gambar 4.14	Hasil Produksi Listrik PLTS 32 kWp.....	62
Gambar 4.15	Diagram Alur Kas PLTS 32 kWp	66
Gambar 4.16	Estimasi Produksi Listrik Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	70
Gambar 4.17	Referensi Biaya Investasi PLTS per kWp	72
Gambar 4.18	Diagram Alur Kas Ekspansi PLTS 76,8 kWp.....	75

INTISARI

Pada tahun 2021, prosentase nilai daya Pemakaian Sendiri di PLTU Tanjung Jati B mencapai 5,25% atau setara 543 GWh. Instalasi PLTS Rooftop 32 kWp di gedung kantor PT. KPJB telah selesai dan diharapkan mampu menggantikan peran suplai energi listrik dari PLTU. Namun belum diketahui pasti apakah PLTS 32 kWp mampu memenuhi kebutuhan beban listrik di gedung kantor PT. KPJB serta bagaimana nilai performa yang dihasilkan. Pada penelitian ini, kajian kelayakan teknis dilakukan dengan menghitung nilai *performance ratio* (PR) sebagai indikator kinerja dari PLTS 32 kWp. Hasil aktual tersebut dibandingkan dengan nilai proyeksi dari hasil simulasi PVSyst 7.2. Kajian kelayakan ekonomi juga dilakukan untuk mengetahui nilai alur kas serta prediksi balik modal dari investasi PLTS 32 kWp. Hasil simulasi PLTS 32 kWp memproyeksikan produksi listrik mencapai 35,88 MWh dengan nilai Performance Ratio 83,09% dalam setahun. Pada kondisi aktual selama 9 bulan operasi, produksi PLTS 32 kWp aktual mencapai 29.504,77 kWh dengan nilai performance ratio aktual 83,82%. Sedangkan hasil kajian kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa implementasi PLTS 32 kWp dikatakan layak dan periode pengembalian modal akan jatuh di antara tahun 2038 hingga 2039.

Kata Kunci: PLTS, Performance Ratio, Investasi

ABSTRACT

In 2021, the percentage of self-use power at Tanjung Jati B CFPP reaches 5.25% or around 543 GWh. Installation of Solar Power Plant Rooftop 32 kWp in the office building of PT. KPJB has been completed and is expected to be able to replace the role of electricity supply from the CFPP. However, it is not known for sure whether the Solar Power Plant is able to meet the needs of the electrical load in the Office and how the performance value is generated. In this study, a technical feasibility study was carried out by calculating the performance ratio (PR) value as a performance indicator for Solar Power Plant 32 kWp. The actual results are compared with the predicted values from the PVSyst 7.2 simulation results. An economic feasibility study was also carried out to determine the cash flow value and payback period of Solar Power Plant investment. The simulation results project electricity production to reach 35.88 MWh with a Performance Ratio value of 83.09% in a year. In actual conditions during 9 months of operation, Solar Power Plant 32 kWp production reached 29,504.77 kWh with an actual performance ratio value of 83.82%. While the results of the economic feasibility study show that the implementation of Solar Power Plant 32 kWp is feasible and the payback period will be between 2038 and 2039.

Keywords: Solar Power Plant, Performance Ratio, Investment

