

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ROOFTOP* DALAM RANGKA MENUJU *GREEN BUILDING COMPANY* (STUDI KASUS di GEDUNG PAMA 3 PT. PAMAPERSADA NUSANTARA)

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai

gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Rizki

N.I.M. : 41417110120

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.SC

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ROOFTOP*
DALAM RANGKA *MENUJU GREEN BUILDING COMPANY*
(STUDI KASUS di GEDUNG PAMA 3 PT PAMAPERSADA NUSANTARA)**



Disusun Oleh :

Nama : Rizki
NIM : 41417110120
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir


(Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro



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

Koordinator Tugas Akhir



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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rizki

NIM : 41417110120

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Rooftop*
Dalam Rangka Menuju *Green Building Company* (Studi Kasus di
Gedung Pama 3 PT Pamapersada Nusantara)

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Penulis, 01 Juli 2021



(Rizki)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbi'l'alam, Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat beriring salam buat junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Rooftop* Dalam Rangka Menuju *Green Building Company* (Studi Kasus di Gedung PAMA 3 PT Pamapersada Nusantara)**”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh di program studi teknik elektro Universitas Mercu Buana. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai pelengkap proyek Tugas Akhir yang dibuat oleh penulis.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang dipersembahkan oleh orang-orang yang berpengalaman, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan.

Oleh sebab itu sudah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda, Ibunda, dan kakak tercinta yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil kepada penulis dan selalu mendoakan penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

3. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo, M.,Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, motivasi dan masukan kepada penulis dalam melaksanakan pembuatan proyek Tugas Akhir dan juga penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.,Sc selaku Koordinator Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Sulistyono, ST.,MM sebagai Dosen Penguji I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang bersifat perbaikan dan sangat membangun penulis.
6. Bapak Triyanto Pangaribowo, ST.,MT sebagai Dosen Penguji II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang bersifat perbaikan dan sangat membangun penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pelajaran dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis untuk menunjang penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
8. Semua rekan-rekan kerja *Building Facility Maintenance* PT Pamapersada Nusantara serta teman-teman penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dorongan motivasi serta sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dan masa perkuliahan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran

yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis mengharapkan semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya dalam pengembangan IPTEK di Indonesia.

Jakarta, Juli 2021

Penulis,



Rizki

41417110120

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Indonesia dalam *Conference of The Parties (COP) 21* pada Desember 2016 lalu berkomitmen untuk mereduksi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 29% dengan menggunakan kemampuan sendiri dan 41% dengan dukungan internasional. Dalam dokumen NDC Indonesia, sektor energi berkomitmen untuk mengurangi emisi GRK di sektor energi pada tahun 2030 sebesar 314 juta ton CO_{2e} dengan upaya sendiri dan 398 juta ton CO_{2e} dengan dukungan internasional. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang memperoleh sumber daya dari radiasi sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energilistrik. Desain konsep PLTS *On Grid* atau *Grid Connected PV* pada dasarnya menggabungkan PLTS dengan jaringan listrik PLN. Photovoltaic (PV) yang dipasang di atap menghasilkan listrik DC menjadi listrik AC standar 1 *phase* 220 V / 50 Hz atau 3 *phase* 380 V / 50 Hz dan mensinkronisasikan dengan jaringan listrik (PLN). Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian ini kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan metode yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana, terstruktur dengan jelas dan tepat dengan menggunakan *software Homer*. Hasil dari penelitian ini didapatkan parameter dengan konfigurasi ini dapat memproduksi energi listrik yang totalnya adalah 74.565 kWh/yr, serta penggunaan energi listrik per tahunnya adalah 23.670 kWh/yr dan listrik yang terjual ke jaringan sebesar 47.849 kWh/yr.

Kata kunci: Energi Baru Terbarukan, *Homer*, *On Grid*, PLTS *rooftop*, Gas Rumah Kaca (GRK)

ABSTRACT

Indonesia, in the Conference of The Parties (COP) 21 in December 2016, committed to reducing greenhouse gas (GHG) emissions by 29% using its capabilities and 41% with international support. In Indonesia's NDC document, the energy sector is committed to reducing GHG emissions in the energy sector by 2030 by 314 million tons of CO_{2e} with its efforts and 398 million tons of CO_{2e} with international support. Solar Power Plant (PLTS) is a power plant that obtains resources from solar radiation through solar cells (photovoltaic) to convert solar photon radiation into electrical energy. The concept design of PLTS On-Grid or Grid-Connected PV combines PLTS with the PLN electricity network. Photovoltaic (PV) installed on the roof generates DC electricity into standard AC electricity 1 phase 220 V / 50 Hz or 3 phase 380 V / 50 Hz and synchronizes with the electricity network (PLN). This type of research is quantitative research. This quantitative research is research that uses a method whose specifications are systematic, planned, clearly and precisely structured using Homer software. The results of this study showed that the parameters with this configuration can produce electrical energy in a total of 74,565 kWh/yr, and the annual use of electrical energy is 23,670 kWh/yr and electricity sold to the grid is 47,849 kWh/yr.

Keywords: *New Renewable Energy, Homer, On-Grid, rooftop PLTS, Greenhouse Gas (GHG)*

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| 1.5 Metode Penelitian | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 7 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) | 12 |
| 2.3 Komponen PLTS | 15 |
| 2.3.1 Sel Surya (<i>Photovoltaic</i>) | 15 |
| 2.3.2 Modul Surya | 21 |
| 2.3.3 Penyangga Modul | 25 |
| 2.3.4 Inverter | 26 |
| 2.3.5 <i>Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)</i> | 28 |
| 2.3.6 <i>Metering Device</i> | 29 |
| 2.3.7 Kabel (<i>Cable</i>) | 30 |
| 2.4 Acuan Standar Pemilihan Komponen | 31 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 2.4.1 | <i>Module</i> | 32 |
| 2.4.2 | Inverter | 33 |
| 2.4.3 | <i>Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)</i> | 35 |
| 2.4.4 | Kabel (<i>Cable</i>) | 35 |
| 2.5 | Sudut Kemiringan PV <i>Module</i> | 36 |
| 2.6 | Perencanaan Biaya PLTS | 37 |
| 2.6.1 | <i>Power Worth Faktor (PWF) Analysis</i> | 37 |
| 2.6.2 | <i>Cash Flow (CF) Analysis</i> | 37 |
| 2.6.3 | <i>Net Present Value (NPV) Analysis</i> | 38 |
| 2.6.4 | <i>Benefit Cost Ratio (BCR) Analysis</i> | 38 |
| 2.6.5 | <i>Software Homer</i> | 38 |
| BAB III RANCANGAN PENELITIAN | | 42 |
| 3.1 | Jenis Penelitian | 42 |
| 3.2 | Lokasi Penelitian | 42 |
| 3.3 | Tahapan Penelitian | 43 |
| 3.4 | Identifikasi Masalah | 45 |
| 3.5 | Studi Literatur | 45 |
| 3.6 | Pengumpulan Data | 45 |
| 3.6.1 | Data Primer | 45 |
| 3.6.2 | Data Sekunder | 46 |
| 3.7 | Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Secara Manual | 46 |
| 3.7.1 | Aspek Teknis | 46 |
| 3.7.2 | Aspek Ekonomis | 47 |
| 3.8 | Simulasi Menggunakan <i>Homer</i> | 48 |
| 3.9 | Desain PLTS Dengan Aplikasi <i>Homer</i> | 49 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.9.1 | Intensitas Radiasi Matahari dan Temperatur..... | 49 |
| 3.9.2 | Desain Konsep..... | 51 |
| 3.9.3 | Komponen dan Peralatan PLTS | 52 |
| 3.10 | Analisis Akhir..... | 62 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 63 |
| 4.1 | Hasil Simulasi <i>Homer</i> | 63 |
| 4.2 | Net Present Cost (NPC)..... | 66 |
| 4.3 | Renewable Fraction..... | 67 |
| 4.4 | Cost of Energy (COE)..... | 67 |
| 4.5 | Break Even Point (BEP)..... | 68 |
| BAB V PENUTUP | | 70 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 70 |
| 5.2 | Saran..... | 71 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 72 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Sistem PLTS <i>Grid Connected</i> | 14 |
| Gambar 2.2 | Kelas Teknologi Sel Surya | 17 |
| Gambar 2.3 | Modul <i>Monocrystalline Silicon</i> | 18 |
| Gambar 2.4 | Modul <i>Polycrystalline Silicon</i> | 19 |
| Gambar 2.5 | Modul Surya Jenis <i>Thin Film</i> | 20 |
| Gambar 2.6 | Struktur <i>Thin Film</i> Dengan Bahan CdTe-CdSA | 20 |
| Gambar 2.7 | Grafik Kurva I-V Pada Modul Sel Surya | 21 |
| Gambar 2.8 | Diagram Hubungan Antara <i>Solar Cell</i> , Modul, Panel, <i>Array</i> | 22 |
| Gambar 2.9 | Grafik Pengaruh Temperatur Modul Pada Produksi..... | 23 |
| Gambar 2.10 | Pengaruh Shading Terhadap Modul Surya | 24 |
| Gambar 2.11 | Inverter <i>On Grid</i> | 26 |
| Gambar 2.11 | <i>Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)</i> | 28 |
| Gambar 2.13 | Kabel Solid dan Kabel <i>Stranded</i> Dengan 7 <i>Strand</i> | 30 |
| Gambar 2.14 | Pemasangan PV Modul Dengan Sudut Kemiringan..... | 36 |
| Gambar 2.15 | Arsitektur Simulasi dan Optimasi <i>Homer</i> | 39 |
| Gambar 2.16 | Tampilan Awal <i>Homer</i> | 40 |
| Gambar 2.17 | Tampilan PV <i>Set Up</i> | 41 |
| Gambar 3.1 | Lokasi Penelitian | 42 |
| Gambar 3.2 | <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian | 43 |
| Gambar 3.3 | <i>Flowchart</i> Diagram Alur Analisis Teknis dan Ekonomis..... | 44 |
| Gambar 3.4 | Desain Konsep PLTS <i>On Grid</i> | 51 |
| Gambar 3.5 | Parameter Masukan Panel Surya | 53 |
| Gambar 3.6 | Solar Panel SPR P19 385 COM | 54 |
| Gambar 3.7 | Parameter Masukan Inverter | 55 |
| Gambar 3.8 | Inverter SMA STP 20000TL..... | 56 |
| Gambar 3.9 | <i>AC Combiner Box</i> | 57 |
| Gambar 3.10 | MCB AC, MCB DC, SDP AC, dan SPD DC | 59 |
| Gambar 3.11 | <i>Mounting System</i> | 60 |
| Gambar 3.12 | <i>Single Line Diagram</i> | 60 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.13 <i>Monitoring System</i> | 61 |
| Gambar 4.1 Konfigurasi Pertama | 63 |
| Gambar 4.2 Konfigurasi Kedua | 65 |
| Gambar 4.3 Hasil Simulasi Konfigurasi Kedua | 66 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Perbandingan dengan penelitian terdahulu | 8 |
| Tabel 3.1 | Data Intensitas Radiasi Matahari..... | 50 |
| Tabel 3.2 | Data Temperatur Rata-Rata | 50 |
| Tabel 3.3 | Spesifikasi Panel Surya..... | 52 |
| Tabel 3.4 | Spesifikasi Inverter..... | 54 |
| Tabel 3.5 | Spesifikasi AC <i>Combiner Box</i> | 56 |
| Tabel 3.6 | Spesifikasi Kabel Penghantar dan <i>Conduit</i> | 58 |
| Tabel 3.7 | Spesifikasi <i>Mounting</i> | 59 |
| Tabel 4.1 | Produksi Listrik Konfigurasi Pertama | 64 |
| Tabel 4.2 | Penggunaan Energi Listrik Konfigurasi Pertama..... | 64 |
| Tabel 4.3 | Kelebihan Listrik Konfigurasi Pertama | 65 |
| Tabel 4.4 | <i>Net Present Cost</i> (NPC)..... | 66 |
| Tabel 4.5 | <i>Renewable Fraction</i> | 67 |
| Tabel 4.6 | Nilai Ekonomis..... | 68 |