



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) *ROOFTOP* DI STASIUN MRT
LEBAK BULUS SISTEM *ON-GRID***

LAPORAN CAPSTONE PROJECT

Disusun Oleh:

Burhanudin	2402432014
Christina Natalia Tambunan	2402432013
Syafrizal	2402432007
Tiara Sepfitri Indarwati	2402432023

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN PROJECT CAPSTONE

PERANCANGAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ROOFTOP* DI STASIUN MRT LEBAK BULUS SISTEM *ON-GRID*

Oleh:

NAMA	NIM
1. Burhanudin	2402432014
2. Christina Natalia Tambunan	2402432013
3. Syafrizal	2402432007
4. Tiara Sepfitri Indarwati	2402432023

Program Studi Diploma 4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh Pembimbing

Pembimbing 1

Cecep Slamet Abadi, ST, MT
NIP. 196605191990031002

Pembimbing 2

P. Jannus, ST, MT
NIP. 1963042619988031004

Ketua Program Studi

D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Yuli Mafendro Dedet B. S, S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013



LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PROJECT CAPSTONE

PERANCANGAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ROOFTOP DI STASIUN MRT LEBAK BULUS SISTEM ON-GRID

Oleh:

NAMA	NIM
1. Burhanudin	2402432014
2. Christina Natalia Tambunan	2402432013
3. Syafrizal	2402432007
4. Tiara Sepfitri Indarwati	2402432023

Program Studi Diploma 4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Tugas akhir disidangkan pada tanggal 18 Juli 2025

Dan telah sesuai dengan ketentuan

Penguji

Depok, 18 Juli 2025

No	Nama dan NIP	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Haolia Rahman, Ph D	Penguji 1		25/7/25
	NIP. 198406122012121001			
2	Hasvienda M. Ridwan, S.T.,M.T.	Penguji 2		25/7/25
	NIP. 199012162018031001			
3	Ir. Benhur Nainggolan, M.T.	Penguji 3		25/7/25
	NIP. 196106251990031003			
4	P. Jannus, S.T., M.T.	Moderator		25/7/2025
	NIP. 196304261988031004			

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE
NIP. 197707142008121005



LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS

Hak Cipta :

Saya Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Burhanudin

NIM : 2402432014

Program Studi: Teknolgi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan *Capstone Project* ini adalah hasilkarya kami sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah kami kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Juli 2025

Burhanudin



LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS

Hak Cipta :

Saya Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Christina Natalia Tambunan

NIM : 2402432013

Program Studi: Teknolgi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan *Capstone Project* ini adalah hasil karya kami sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah kami kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Juli 2025

Christina Natalia
Tambunan



LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS

Hak Cipta :

Saya Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syafrizal

NIM : 2402432007

Program Studi: Teknolgi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan *Capstone Project* ini adalah hasilkarya kami sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah kami kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Juli 2025

Syafrizal

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS

Hak Cipta :

Saya Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tiara Sepfitri Indarwati

NIM : 2402432023

Program Studi: Teknolgi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan *Capstone Project* ini adalah hasil karya kami sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah kami kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Juli 2025



Tiara Sepfitri
Indarwati

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan *Capstone Project* yang berjudul **“PERANCANGAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ROOFTOP DI STASIUN MRT LEBAK BULUS SISTEM ON-GRID”**.

Skripsi yang berupa *Capstone Project* ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan ini dapat selesai berkat dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan dari awal hingga saat penyusunan laporan.

Penulisan *Capstone Project* ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan *Capstone Project* ini.
3. Bapak P. Jannus, ST, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan *Capstone Project* ini.
4. Bapak Yuli Mafendro Dedet E. S, S.Pd., M.T. sebagai Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta.
5. Orang tua yang senantiasa memberikan do'a dan semangat dalam pelaksanaan *Capstone Project* ini.
6. Terima kasih kepada tim kelompok *Capstone Project* yang telah bersama-sama berkontribusi dalam pelaksanaan *Capstone Project* ini.
7. Bapak Hari Prasetya Nugraha selaku Sech Head Region 1 RPM MRT Lebak Bulus
8. Terima kasih kepada rekan-rekan kawan seperjuangan yang telah mendukung dalam pengerjaan Proses *Capstone Project* ini.

Penulisan laporan *capstone project* ini masih jauh dari kata sempurna. Tetapi dengan adanya laporan ini, semoga dapat menjadi suatu ilmu yang bermanfaat dan berkah bagi kami

dan bagi semua pihak terutama bidang Teknologi Rekayasa Konversi Energi. Penulis dengan hati terbuka menerima segala kritik dan saran yang membangun.

Depok, 20 Juli 2025

Tim Capstone Project

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Isi

HALAMAN PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINIALITAS	vi
RANGKUMAN EKSEKUTIF	vii
EXECUTIVE SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvi
Lampiran	xvii
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penyelesaian	3
1.6 Manfaat Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
DESKRIPSI SITUASI AWAL	5
2.1 Situasi Awal	6
2.2 Observasi	7
2.2.1 Potensi <i>Shading</i>	7
2.2.2 Tipe Atap	8
2.2.3 Kerangka Atap	9
2.2.4 Orientasi Atap	10
2.2.5 Data Iradiasi	11
2.2.6 Data Analisa Beban pada Stasiun MRT Lebak Bulus	12



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta Politeknik Negeri Jakarta

2.2.7	Potensi instalasi PLTS MRT Lebak Bulus (<i>Rooftop</i>)	13
2.3	Deskripsi Sistem	13
2.4	Pemangku Kepentingan atau Stakeholder	15
3.1	Sejarah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	17
3.2	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	18
3.2.1	Sistem PLTS <i>On grid</i>	19
3.2.1	Sitem PLTS <i>Off grid</i>	20
3.3	Komponen Utama PLTS	21
3.3.1	Modul Panel Surya	21
3.3.2	Inverter	22
3.3.3	Rangka (<i>Mounting System</i>)	24
3.4	Sistem Proteksi Kelistrikan	24
3.4.1	MCB (<i>Mini Circuit Breaker</i>).....	25
3.4.2	Arrester.....	25
3.4.3	Kabel Listrik.....	26
3.4.4	Grounding Sistem.....	27
3.5	<i>Software</i> Penunjang Perancangan.....	28
3.5.1	<i>PVSyst</i>	28
3.5.2	<i>AutoCad</i>	30
3.5.3	Global Solar Atlas	31
3.5.4	<i>Solidworks</i>	33
3.6	Konfigurasi Pemasangan Panel Surya	34
3.6.1	Kapasitas Optimal Sistem PLTS	34
3.6.2	Daya Puncak Sistem.....	35
3.6.3	Pemilihan Modul Surya dan Luas Area Efektif	35
3.6.4	Kebutuhan Jumlah Modul Surya.....	35
3.6.5	Pemilihan Inverter	36
3.6.6	Pengaturan Konfigurasi.....	36
3.6.7	Pemilihan Kabel	36
3.6.8	Proteksi Sisi AC	37
3.7	Analisis Ekonomi	38
3.1.1	Biaya investasi awal	39



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2	Faktor Diskonto.....	39
3.1.3	Biaya operasional dan Pemeliharaan.....	39
3.1.4	<i>Life Cycle Cost</i> (LCC).....	40
3.1.5	<i>Capital Recovery Factor</i> (CRF).....	40
3.1.6	<i>Cost of Energy</i> (COE)	40
3.1.7	<i>NPV</i> (<i>Net Present Value</i>)	41
3.1.8	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	41
3.1.9	<i>Profitability Index</i> (PI)	42
3.1.10	<i>Discounted Payback Periode</i> (DPP)	42
3.1.11	Perhitungan konversi emisi karbon	43
3.1.12	Menghitung <i>Return of Investment</i> (ROI)	43
3.1.13	Menghitung Energi yang dibangkitkan PLTS	44
3.8	Diagram Alir	45
3.9	Penjelasan Penginputan Data dan Analisis	46
3.10	Jadwal dan Pelaksanaan	47
3.10.1	<i>Timeline Project</i>	47
3.10.2	Observasi	48
3.10.3	Analisa.....	48
BAB IV PEMBAHASAN		49
4.1	Penentuan Konfigurasi Pemasangan Panel Surya	49
4.1.1	Perhitungan Kapasitas Optimal Sistem PLTS	49
4.1.2	Perhitungan Daya Puncak Sistem	49
4.1.3	Perhitungan Jumlah Modul Surya	49
4.1.4	Perhitungan Luas Area Efektif	50
4.1.5	Pemeliharaan Inverter	51
4.1.6	Pengaturan Konfigurasi.....	51
4.1.7	Perhitungan Jumlah <i>Mounting</i>	52
4.2	Data Spesifikasi	52
4.3	Analisa Struktur Rooftop Stasiun MRT Lebak Bulus	54
4.3.1	Tabel Beban instalasi PLTS.....	54
4.3.2	Struktur Atap Stasiun MRT lebak bulus	55
4.3.3	Hasil Analisa Kelayakan Struktur Atap Stasiun MRT Lebak Bulus	56



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4	Analisis Resiko Report PVSyst	59
4.4.1	Analisis Resiko	59
4.4.2	Analisis Pvsyst	61
4.5	Analisa Sistem Kelistrikan Sistem PLTS Stasiun MRT Lebak Bulus	70
4.5.1	Konfigurasi Umum Sistem	70
4.5.2	Justifikasi Teknis	70
4.5.3	Perhitungan Sistem	71
4.5.4	Arus DC	73
4.5.5	Perhitungan Arus AC dan Proteksi	73
4.5.6	Panel AC Utama (Main Distribution Board)	74
4.5.7	Pemilihan Ukuran Kabel DC	77
4.6	Biaya Investasi PLTS	79
4.7	Analisis Ekonomi Teknik	80
4.7.1	Biaya Operasional dan Pemeliharaan	80
4.7.2	Menghitung Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)	80
4.7.3	Menghitung Faktor Diskonto (<i>Discount Factor</i>)	81
4.7.4	Menghitung Faktor Pemulihan Modal (CRF)	81
4.7.5	Menghitung Energi yang dibangkitkan PLTS	81
4.7.6	Perhitungan Biaya Energi PLTS (<i>Cost of Energy</i>)	82
4.8	Studi Kelayakan PLTS <i>Rooftop</i> pada Stasiun MRT Lebak Bulus	82
3.8.1	Menghitung <i>Net Present Value</i> (NPV)	83
3.8.2	Menghitung <i>Profitability Index</i> (PI)	84
3.8.3	Menghitung <i>Discount Payback Period</i> (DPP)	84
3.8.4	Menghitung <i>Return of Investment</i> (ROI)	85
3.8.5	Menghitung <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	86
3.8.6	Menghitung Penyusutan Asset	87
BAB V REKOMENDASI UNTUK KLIEN		90
DAFTAR PUSTAKA		92
Lampiran		94



Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Staisun MRT Lebak Bulus	6
Gambar 2. 2 Stasiun MRT Lebak Bulus	8
Gambar 2. 3 Atap Stasiun MRT lebak Bulus.....	9
Gambar 2. 4 Kerangka Atap Stasiun MRT lebak Bulus	10
Gambar 2. 5 Orientasi Matahari	11
Gambar 2. 6 Data Iradiasi	11
Gambar 2. 7 Layout Atap Stasiun MRT Lebak Bulus.....	13
Gambar 2. 8 Sistem Perencanaan PLTS Atap on-grid.....	14
Gambar 3. 1 Cara Kerja Panel Surya	19
Gambar 3. 2 PLTS On grid.....	20
Gambar 3. 3 PLTS Off grid	21
Gambar 3. 4 Jenis Modul Panel Surya	22
Gambar 3. 5 Inverter	23
Gambar 3. 6 Penyangga Tetap Modul Panel Surya.....	24
Gambar 3. 7 MCB	25
Gambar 3. 8 Arrester	26
Gambar 3. 9 Kabel NYY	27
Gambar 3. 10 Kabel NYM	27
Gambar 3. 11 Grounding Sistem.....	28
Gambar 3. 12 PVSyst.....	29
Gambar 3. 13 AutoCad.....	30
Gambar 3. 14 GHI, DNI & DHI.....	32
Gambar 3. 15 Solidworks.....	34
Gambar 4. 1 Spesifikasi Panel PV	50
Gambar 4. 2 Skema Monting Panel PV	52
Gambar 4. 3 Struktur <i>Rooftop</i> MRT.....	55
Gambar 4. 4 Pengaturan Beban Gravitasi dan Gaya Tekan Normal pada Struktur Atap	56
Gambar 4. 5 Distribusi Tegangan dan Perpindahan Maksimum pada Struktur Atap Akibat Beban PLTS.....	57
Gambar 4. 6 Distribusi Perpindahan (Displacement) Maksimum Struktur Atap Akibat Beban PLTS.....	57
Gambar 4. 7 Distribusi Regangan Ekuivalen (Equivalent Strain) pada Struktur Kanopi Akibat Beban PLTS	58
Gambar 4. 8 Hasil simulasi Factor of Safety (FOS) pada struktur atap Stasiun MRT Lebak Bulus.....	58
Gambar 4. 9 Normalized Productions	62
Gambar 4. 10 Performance Ratio	63
Gambar 4. 11 Loss Diagram Luminous Energy	65
Gambar 4. 12 Loss Diagram	66
Gambar 4. 13 Daily Input/Output Diagram	67

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Kumulatif PV NCF terhadap umur pakai	84
Gambar 4. 15 Grafik Penyusutan Aset PLTS Stasiun MRT Lebak Bulus.....	88

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Konsumsi Energi MRT Jakarta 2023	7
Tabel 2. 2 Data Konsumsi Beban Listrik Stasiun MRT Lebak Bulus	12
Tabel 2. 3 Pemangku Kepentingan atau Stakeholder	15
Tabel 3. 1 Time Schedule Capstone Project PLTS Stasiun MRT Lebak Bulus.....	47
Tabel 4. 1 Kebutuhan Sistem PLS MRT lebak Bulus	52
Tabel 4. 2 Spesifikasi Panel Surya dan Inverter	52
Tabel 4. 3 Beban Instalasi PLTS.....	54
Tabel 4. 4 Identifikasi Resiko dan Strategi Mitigasi	60
Tabel 4. 5 Balance and Main Results	64
Tabel 4. 6 Konfigurasi Panel dan String.....	70
Tabel 4. 7 Konfigurasi String Inverter PLTS.....	72
Tabel 4. 8 Perhitungan Arus Output AC dan Spesifikasi Proteksi Inverter.....	73
Tabel 4. 9 Biaya Investasi PLTS Rooftop di Stasiun MRT Lebak Bulus.....	79
Tabel 4. 10 Cash Flow Proyek PLTS Stasiun MRT Lebak Bulus	83
Tabel 4. 11 Internal Rate of Return (IRR).....	86
Tabel 4. 12 Penyusutan Asset.....	87
Tabel 4. 13 Resume Analisa Ekonomi Teknik.....	88

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran

Lampiran 1 Biodata Penulis	94
Lampiran 2 Biodata Penulis	95
Lampiran 3 Biodata Penulis	96
Lampiran 4 Biodata Penulis	97
Lampiran 5 Report PVsyst	98
Lampiran 6 Area Stasiun MRT lebak Bulus.....	107
Lampiran 7 Suku Bank Indonesia	108
Lampiran 8 Spesifikasi Panel PV	109
Lampiran 9 Spesifikasi Inverter	111
Lampiran 10 Single Line Diagram.....	115
Lampiran 11 Layout <i>Rooftop</i> Stasiun MRT Lebak Bulus	116
Lampiran 12 Report Analisa Struktur By Software Solidwork.....	119
Lampiran 13 Hal-hal yang tidak Boleh dilakukan Pada Pemasangan PLTS.....	124
Lampiran 14 Kabel AC pada Sistem (95 mm dan 35 mm)	136

- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan energi dan isu perubahan iklim global telah mendorong berbagai pihak untuk mengadopsi sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Indonesia memiliki potensi yang baik dalam penggunaan energi baru terbarukan sehingga pemerintah menargetkan penggunaan energi baru terbarukan minimal 31% pada tahun 2050[1]. Energi surya, sebagai salah satu bentuk energi terbarukan, menjadi pilihan yang semakin relevan karena sifatnya yang tidak menimbulkan emisi, tidak terbatas, serta memiliki potensi besar di wilayah tropis seperti Indonesia. Implementasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di sektor transportasi publik merupakan langkah strategis untuk mendukung transisi menuju energi hijau.

PT MRT Jakarta sebagai salah satu penyelenggara transportasi publik modern di Ibu Kota, berkomitmen mendukung program pemerintah dalam mendorong pemanfaatan energi terbarukan. Salah satu langkah konkret yang direncanakan adalah pemasangan sistem PLTS *rooftop* di Stasiun MRT Lebak Bulus. PT MRT Jakarta sendiri telah mencanangkan program energi hijau melalui inisiatif “Birukan Atap, Birukan Langit” yang menargetkan pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) hingga 25% dari total konsumsi operasional pada tahun 2025[2]. Inisiatif ini tidak hanya bertujuan untuk mengurangi konsumsi listrik dari PLN, tetapi juga sebagai bentuk kontribusi nyata dalam mendukung target nasional peningkatan bauran energi baru dan terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025, sebagaimana tertuang dalam Peraturan Presiden No. 79 Tahun 2014 Pasal 9 (a).

Sistem PLTS yang akan digunakan adalah tipe *on-grid*, yaitu sistem yang terintegrasi dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini memanfaatkan modul surya sebagai penghasil energi listrik yang dikonversi melalui inverter dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) agar sesuai dengan karakteristik jaringan PLN. PLTS *on-grid* dipilih karena dapat langsung digunakan untuk menyuplai beban listrik eksisting dan memungkinkan kelebihan energi disalurkan kembali ke jaringan, sesuai dengan kebijakan ekspor-impor listrik oleh PLN.

Agar proyek ini dapat diimplementasikan secara optimal dan efisien, diperlukan sebuah perancangan sistem PLTS *rooftop* yang didukung dengan analisis produksi energi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggunakan perangkat lunak PVSyst dan evaluasi keekonomian proyek. Kajian ini menjadi penting guna memastikan bahwa investasi yang dilakukan PT MRT Jakarta memberikan manfaat teknis maupun finansial secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana rancangan teknis sistem PLTS *rooftop* yang sesuai untuk diterapkan di Stasiun MRT Lebak Bulus (SME MRT JAKARTA)?
- b. Bagaimana kelayakan sistem PLTS *rooftop* tersebut dari segi teknis dan operasional?
- c. Bagaimana hasil analisis keekonomian dari penerapan PLTS *rooftop* pada Stasiun MRT Lebak Bulus?
- d. Bagaimana Strategi Management Resiko yang akan diterapkan dalam perencanaan PLTS di stasiun MRT Lebak Bulus?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan capstone project ini adalah:

- a. Merancang sistem PLTS *rooftop* yang sesuai dengan kebutuhan beban dan kondisi Stasiun MRT Lebak Bulus.
- b. Menilai kelayakan teknis dan efisiensi sistem berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan kebutuhan energi.
- c. Melakukan analisis keekonomian proyek PLTS *rooftop* untuk mengetahui potensi penghematan biaya energi dan nilai investasi jangka panjang.
- d. Melakukan analisa terkait bagaimana penerapan management resiko guna dapat meminimalisir kekurangan dalam perencanaan PLTS stasiun MRT lebak Bulus.

1.4 Batasan Masalah

Proyek ini membahas topik-topik yang dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut ini:

- a. Perancangan sistem PLTS *rooftop* mencakup daya terpasang, rancangan sistem (*single line diagram*), struktur mekanik, analisis performa energi, dan analisis keekonomian.
- b. Kajian ini merupakan studi rancangan dan analisis teknis/ekonomi sebagai rekomendasi bagi PT MRT Jakarta dan tidak mencakup implementasi fisik sistem.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Metode Penyelesaian

Proyek ini diselesaikan melalui beberapa tahapan utama sebagai berikut:

- a. Studi literatur mengenai teknologi PLTS *on-grid* dan penerapannya di sektor Stasiun (*Rooftop*).
- b. Observasi optimasi potensi iradiasi matahari dan pengumpulan data teknis di lokasi (Stasiun Lebak Bulus).
- c. Pemodelan dan simulasi sistem PLTS menggunakan perangkat lunak PVSyst.
- d. Analisis data teknis dan ekonomi untuk menentukan kelayakan sistem.
- e. Sistem proteksi PLTS *rooftop* (penangkal petir dan grounding system)

1.6 Manfaat Penulisan

Capstone Project ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi PT MRT Jakarta, perancangan ini dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan terkait penerapan sistem PLTS *rooftop*.
- b. Bagi institusi pendidikan, khususnya Politeknik Negeri Jakarta, proyek ini dapat menjadi bahan pembelajaran praktis mengenai integrasi energi terbarukan dalam sektor publik.
- c. Bagi masyarakat, proyek ini menunjukkan contoh nyata penerapan energi bersih dalam fasilitas umum yang dapat mendorong kesadaran akan pentingnya transisi energi.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami laporan ini, berikut sistematika penulisannya:

a. BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan yaitu menguraikan latar belakang pengangkatan judul, tujuan dari penulisan *Capstone Project*, manfaat yang didapat dari penulisan laporan capstone project dan juga sistematika pada penulisan keseluruhan capstone project.

b. BAB II DESKRIPSI SITUASI AWAL

Deskripsi Situasi Awal yaitu menguraikan lokasi perancangan, penjelasan kondisi aktual sebelum dilakukan perancangan, berupa kondisi lingkungan, daya yang terpasang, dan besar beban harian pada stasiun MRT Lebak Bulus.



BAB V

REKOMENDASI UNTUK KLIEN

Berdasarkan hasil Perancangan Instalasi PLTS pada *Rooftop* Stasiun MRT Lebak Bulus, maka didapatkan data sebagai berikut:

1. Sistem PLTS rooftop yang telah dirancang dengan kapasitas 158,125 kWp menggunakan 275 modul berdaya 575 Wp dengan spesifikasi inverter yaitu 50 KTL (1 pcs) dan 100 KTL (1 pcs) dan telah sesuai dengan kebutuhan daya puncak serta kondisi struktur atap stasiun. Berdasarkan simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst, sistem ini mampu memberikan kinerja teknis yang sangat baik dengan nilai Performance Ratio (PR) mencapai 85,6%. Nilai ini berada di atas standar rata-rata sistem fotovoltaik komersial, sehingga secara teknis sistem tersebut layak untuk diimplementasikan.
2. Dari aspek kelayakan teknis dan efisiensi sistem, analisis menunjukkan bahwa sistem PLTS rooftop ini mampu menghasilkan energi bersih sebesar 237,358 MWh per tahun. Struktur atap Stasiun MRT Lebak Bulus secara umum juga dinilai masih mampu menahan beban tambahan dari instalasi PLTS rooftop, meskipun berada pada batas minimum kelayakan struktur ringan dengan acuan standar ASTM A36 dimana perpindahan maksimum (resultan displacement) sebesar 80,72 mm, tegangan maksimum sebesar $3,958 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, serta nilai *safety factor* sebesar 1,263 yang masih berada di ambang batas minimum). Dalam sistem kelistrikan digunakan kabel berukuran 4C x 95-120mm² untuk jaringan AC, 6mm² untuk jaringan DC, dan untuk sistem grounding dipilih tembaga dengan range 6mm². Serta dilengkapi proteksi arus internal dan pemantauan arus menggunakan MCCB dan CT, telah memenuhi standar nasional dan internasional seperti PUIL 2011 Pasal 5.2 tentang pemilihan dan pemasangan kabel, IEC 60364-7-712, dan IEC 60287. Dengan konfigurasi ini, sistem dinyatakan efisien dan aman untuk dioperasikan.
3. Dari hasil analisis ekonomi teknik, proyek ini dinilai layak untuk direalisasikan. Hal ini dapat diketahui melalui NPV yang bernilai positif yaitu sebesar Rp 931.641.782, PI sebesar 1,723 (> 1), ROI sebesar 72% (> 0), dan IRR sebesar 21%. Keempat poin tersebut menunjukkan bahwa proyek ini layak untuk direalisasikan dan mampu memberikan pengembalian investasi yang sangat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

baik. Selain itu, waktu pengembalian biaya investasi relatif singkat yaitu sekitar 14 tahun, lebih cepat dibandingkan dengan umur proyek PLTS yang umumnya mencapai 20–25 tahun.

4. Dalam aspek manajemen risiko, sistem telah dirancang untuk meminimalkan potensi kerugian teknis dan operasional melalui desain yang efisien serta penggunaan proteksi terintegrasi. Risiko kegagalan struktural, kelistrikan, dan finansial telah diantisipasi melalui simulasi teknis, analisis beban struktur, serta evaluasi keekonomian proyek. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan pemantauan rutin dan perawatan sistem secara berkala agar performa PLTS tetap optimal selama masa operasional. Dengan mempertimbangkan seluruh aspek tersebut, proyek PLTS rooftop ini sangat direkomendasikan untuk dilaksanakan sebagai bagian dari strategi energi bersih dan efisiensi energi pada sektor transportasi publik.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Solikah and B. Bramastia, "Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 1, pp. 27–43, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21742.
- [2] PT MRT Jakarta (Perseroda), "MEMPERKUAT SINERGI, MENDORONG KEBERLANJUTAN PT MRT Jakarta (Perseroda)," 2021.
- [3] P. Harahap, E. Prastio, D. B. Oktrialdi, and P. A. Id, "Pengaruh Shading (Bayangan) Pada Panel Surya Monocrystalline Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Secara Seri Dan Paralel," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 1, pp. 74–80, 2024.
- [4] I. Octopianus Silaban, I. Nyoman Satya Kumara, and I. Nyoman Setiawan, "Juni 2021 Irwan Octopianus Silaban, I Nyoman Satya Kumara, I Nyoman Setiawan 270," vol. 8, no. 2, pp. 270–280, 2025.
- [5] Amalia Yunia Rahmawati, *Pemanfaatan Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Air*, no. July. 2020.
- [6] Mario Roal, "Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS," *J. Elkha*, vol. 7, no. Jurnal ELKHA Vol.7, No 2, Oktober 2015, pp. 12–19, 2015.
- [7] M. Irfan, "Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind. 9 Fak. Sains dan Teknol. UIN Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 18-19 Mei 2017 ISSN*, vol. 77, no. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industr, pp. 18–19, 2017.
- [8] Sapto Prayogo, "Pengembangan sistem manajemen baterai pada PLTS menggunakan on-off grid tie inverter," *J. Tek. Energi*, vol. 9, no. 1, pp. 58–63, 2019, doi: 10.35313/energi.v9i1.1646.
- [9] A. A. G. M. Pematun, "Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking Dengan Solar Reflector," *J. Ilm. Spektrum*, vol. 3, no. 1, pp. 1–60, 2016, [Online]. Available: <https://udayananetworking.unud.ac.id/lecturer/publication/3040-anak-agung-gede-maharta-pemayun/analisis-perbandingan-output-daya-listrik-panel-surya-sistem-tracking-dengan-solar-reflector-10222>
- [10] J. T. Elektro *et al.*, "Penjelasan sistem proteksi kelistrikan," pp. 103–110, 2016.
- [11] A. Ramadhani and J. Teknik Mesin, "Studi Perencanaan Pembangunan PLTS *Rooftop* Terhubung Grid PLN di Gedung A Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta no. Nim