



 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



PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA

CAPSTONE PROJECT

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Oleh:

Andi Dwi Apriansyah

NIM. 2502432015

Septia Firyal Salsabila

NIM. 2502432002

Syafrillia Shafa Ananda

NIM. 2502432009

Taufik Hidayat

NIM. 2502432016

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

TAHUN AJARAN 2025/2026



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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN CAPSTONE PROJECT

**PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA**

Oleh:

Andi Dwi Apriansyah

NIM. 2502432015

Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Laporan Capstone Project telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Pembimbing Industri

Dr. Gun Gun Gunadi, M.T.
NIP. 197111142006041001

Cecep Slamet Abadi, M.T.
NIP. 196605191990031002

Rizal Aqimul Haq Alfath
Ermadinoto, S.Tr.T

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ketua Progam Studi
D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP. 199107212018032001



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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN CAPSTONE PROJECT

**PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA**

Oleh:

Septia Firyal Salsabila
NIM. 2502432002

Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin

Laporan Capstone Project telah disetujui oleh pembimbing

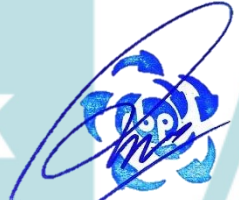
Pembimbing 1

Pembimbing 2

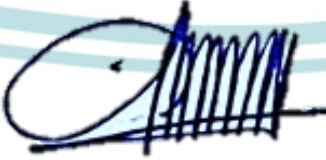
Pembimbing Industri


Dr. Gun Gun Gunadi, M.T.
NIP. 197111142006041001


Cecep Slamet Abadi, M.T.
NIP. 196605191990031002


Rizal Aqimul Haq Alfath
Ermadinoto, S.Tr.T

Ketua Progam Studi
D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi



Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP. 199107212018032001



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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN CAPSTONE PROJECT

**PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA**

Oleh:

Syafrillia Shafa Ananda

NIM. 2502432009

Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Laporan Capstone Project telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Pembimbing Industri

Dr. Gun Gun Gunadi, M.T.
NIP. 197111142006041001

Cecep Slamet Abadi, M.T.
NIP. 196605191990031002

Rizal Aqimul Haq Alfath
Ermadinoto, S.Tr.T

Ketua Progam Studi
D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP. 199107212018032001



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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN CAPSTONE PROJECT

**PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA**

Oleh:

Taufik Hidayat

NIM. 2502432016

Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Laporan Capstone Project telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Pembimbing Industri

Dr. Gun Gun Gunadi, M.T.
NIP. 197111142006041001

Cecep Slamet Abadi, M.T.
NIP. 196605191990031002

Rizal Aqimul Haq Alfath
Ermadinoto, S.Tr.T

Ketua Progam Studi
D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP. 199107212018032001



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

HALAMAN PENGESAHAN

CAPSTONE PROJECT

PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA

Oleh:

Andi Dwi Apriansyah

NIM. 2502432015

Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir (Capstone Project) di Hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma IV / Sarjana Terapan pada Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Cecep Slamet Abadi, M.T. NIP. 196605191990031002	Moderator		31/07 2026
2.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Penguji		31/07 2026
3.	Dr. Muslimin, Ir., S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Penguji		31/07 2026
4.	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Penguji		31/07 2026

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



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

HALAMAN PENGESAHAN

CAPSTONE PROJECT

PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA

Oleh:

Septia Firyal Salsabila

NIM. 2502432002

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir (Capstone Project) di Hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma IV / Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Cecep Slamet Abadi, M.T. NIP. 196605191990031002	Moderator		31/07 2026
2.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Penguji		31/07 2026
3.	Dr. Muslimin, Ir., S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Penguji		31/07 2026
4.	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Penguji		31/07 2026

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



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

HALAMAN PENGESAHAN

CAPSTONE PROJECT

PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA

Oleh:

Syafrillia Shafa Ananda

NIM. 2502432009

Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir (Capstone Project) di Hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma IV / Sarjana Terapan pada Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Cecep Slamet Abadi, M.T. NIP. 196605191990031002	Moderator		31/07 2026
2.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Penguji		31/07 2026
3.	Dr. Muslimin, Ir., S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Penguji		31/07 2026
4.	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Penguji		31/07 2026

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



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

HALAMAN PENGESAHAN

CAPSTONE PROJECT

PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA

Oleh:

Taufik Hidayat

NIM. 2502432016

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir (Capstone Project) di Hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma IV / Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Cecep Slamet Abadi, M.T. NIP. 196605191990031002	Moderator		31/07 2026
2.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Penguji		31/07 2026
3.	Dr. Muslimin, Ir., S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Penguji		31/07 2026
4.	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Penguji		31/07 2026

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Dwi Apriansyah

NIM : 2502432015

Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan dalam *Casptone Project* ini adalah hasil karya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam *Capstone Project* telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juli 2026



Andi Dwi Apriansyah
NIM. 2502432015

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Septia Firyal Salsabila

NIM : 2502432002

Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan dalam *Casptone Project* ini adalah hasil karya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam *Capstone Project* telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juli 2026



Septia Firyal Salsabila
NIM. 250242002

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syafrillia Shafa Ananda

NIM : 2502432009

Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan dalam *Casptone Project* ini adalah hasil karya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam *Capstone Project* telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juli 2026



Syafrillia Shafa Ananda
NIM. 250242009

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



LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Taufik Hidayat

NIM : 2502432016

Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan dalam *Casptone Project* ini adalah hasil karya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam *Capstone Project* telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juli 2026



Taufik Hidayat
NIM. 250242016

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PENGEMBANGAN RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PADA SUNGAI CISADEA

Andi Dwi Apriansyah¹⁾, Septia Firyal Salsabila¹⁾, Syafrillia Shafa Ananda¹⁾, Taufik Hidayat¹⁾, Gun Gun Ramdhlan Gunadi¹⁾, Cecep Slamet Abadi¹⁾

¹⁾Program Studi D4-Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: andi.dwi.apriansyah.tm25@stu.pnj.ac.id; septia.firyal.salsabila.tm25@stu.pnj.ac.id; syafrillia.shafa.ananda.tm25@stu.pnj.ac.id; taufik.hidayat.tm25@stu.pnj.ac.id

RANGKUMAN EKSKUTIF

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas industri, sementara ketergantungan terhadap energi fosil masih menjadi tantangan bagi lingkungan. Sebagai langkah mendukung ketahanan energi nasional dan target bauran energi terbarukan sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014, optimalisasi potensi energi air menjadi krusial. Laporan Capstone Project ini membahas rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) pada Sungai Cisadea di Desa Girimukti, Kecamatan Sindangbarang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, dengan tujuan mengoptimalkan potensi energi hidro setempat menjadi sumber listrik yang bersih, andal, dan efisien bagi masyarakat serta meningkatkan keandalan pasokan listrik regional. Perancangan diawali dengan analisis potensi hidroliks meliputi debit andalan, tinggi jatuh air efektif, debit netto, head loss, serta potensi daya dan produksi energi tahunan. Selanjutnya dirancang bangunan sipil (bendung, intake, waterway, sandtrap, headpond, spillway, penstock, powerhouse, dan tailrace), sistem hidromekanikal dengan turbin Francis (mencakup dimensi runner, sudu penggerak dan pengarah, spiral casing, draft tube, serta perhitungan suction head untuk mencegah kavitasi), dan sistem kelistrikan meliputi generator sinkron 3-fasa, kebutuhan beban auxiliary, serta transformator step-up/step-down. Keandalan sistem disimulasikan melalui Single Line Diagram, analisis aliran daya, hubung singkat, dan pengaturan proteksi *Over Current Relay* (OCR) serta *Ground Fault Relay* (GFR). Kelayakan investasi dievaluasi melalui analisis ekonomi menggunakan parameter *Net Present Value*, *Internal Rate of Return*, *Benefit Cost Ratio*, *Discounted Payback Period*, dan *Levelized Cost of Energy*, dilengkapi analisis sensitivitas terhadap penurunan tarif listrik, penurunan debit sungai, dan kenaikan biaya investasi. Hasil perancangan ini diharapkan menjadi acuan teknis yang valid bagi pengembangan energi baru terbarukan berbasis hidro di wilayah dengan potensi serupa.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM), Sungai Cisadea, Turbin Francis, Perancangan Sistem Kelistrikan, Kelayakan Ekonomi.



EXECUTIVE SUMMARY

Electricity demand in Indonesia continues to rise alongside population growth and industrial activity, while dependence on fossil energy remains a major environmental challenge. As a strategic step to support national energy security and the renewable energy mix target mandated by Government Regulation Number 79 of 2014, optimizing hydropower potential has become crucial. This Capstone Project report discusses the design of a Mini Hydro Power Plant (PLTM) on the Cisadea River in Girimukti Village, Sindangbarang District, Cianjur Regency, West Java, aiming to convert the river's hydro potential into a clean, reliable, and efficient electricity source while improving the reliability of the regional power supply. The design begins with a hydraulic potential analysis covering dependable discharge, effective head, net discharge, head loss, and the resulting power potential and annual energy production. This is followed by the design of civil structures (weir, intake, waterway, sandtrap, headpond, spillway, penstock, powerhouse, and tailrace), a hydromechanical system built around a Francis turbine (including runner dimensions, guide vanes, runner blades, spiral casing, draft tube, and suction head calculations to prevent cavitation), and an electrical system comprising a 3-phase synchronous generator, auxiliary load requirements, and step-up/step-down transformers. System reliability is verified through a Single Line Diagram, load flow analysis, short-circuit analysis, and protection settings for Over Current Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR). Investment feasibility is evaluated using Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), Discounted Payback Period (DPP), and Levelized Cost of Energy (LCOE), complemented by a sensitivity analysis of tariff reduction, river discharge decline, and investment cost increase. The design is expected to serve as a valid technical reference for hydro-based renewable energy development in regions with similar potential.

Keywords: Mini Hydro Power Plant (PLTM), Cisadea River, Francis Turbine, Electrical System Design, Economic Feasibility

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan laporan Capstone Project yang berjudul “Pengembangan Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) pada Sungai Cisadea”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Laporan ini membahas perancangan PLTM pada Sungai Cisadea sebagai upaya pemanfaatan potensi energi hidro yang tersedia. Pembahasan mencakup analisis potensi hidrologi, pemilihan komponen utama pembangkit, serta perancangan sistem mekanikal dan elektrik.

Dalam penyusunan laporan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, seluruh dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, serta keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan arahan, ilmu, dan dukungan. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada tim PT Bumi Powerindo PLTM Kalapanunggal, Desa Kalapanunggal, Kecamatan Cikadu, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan perancangan PLTM Cisadea sebagai bentuk optimalisasi potensi energi hidro pada aliran Sungai Cisadea.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro.

Depok, Juli 2026

Tim Penyusun

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



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS	ix
LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS	x
LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS	xi
LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS	xii
RANGKUMAN EKSKUTIF	xiii
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	xiv
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.2.1 Tujuan Umum.....	2
1.2.2 Tujuan Khusus.....	2
1.3 Lokasi Objek Tugas Akhir.....	3
1.4 Manfaat Penulisan.....	3
1.4.1 Manfaat Teoritis	3
1.4.2 Manfaat Praktis.....	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	3
1.5.1 Bagian Awal	3
1.5.2 Bagian Utama	4
1.5.3 Bagian Akhir	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Dasar Teori	5

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.1	Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro	5
2.1.2	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro	5
2.1.3	Komponen Pembangkit Listrik Tenga Minihidro	6
2.1.4	Analisis Potensi Hidrolis	10
2.1.5	Konstruksi Bangunan Sipil.....	12
2.1.6	Penentuan Turbin Air	26
2.1.7	Penentuan Generator dan Komponen Kelistrikan	45
2.1.8	Analisis pada Sistem Tenaga Listrik	60
2.1.9	Analisis Ekonomi dan Sensitivitas	61
2.2	Deskripsi Situasi Awal.....	69
2.2.1	Situasi Awal.....	70
2.2.2	Rencana Lokasi Pengembangan PLTM	71
BAB III METODOLOGI		73
3.1	Diagram Alir	73
3.2	Tahapan Perancangan PLTM.....	74
3.3	Waktu Perencanaan Capstone Project / Capstone Project Timeline.....	77
BAB IV PEMBAHASAN		78
4.1	Analisis Hidrologi dan Parameter Dasar Perancangan	78
4.1.1	Analisis Debit Andalan.....	78
4.1.2	Penentuan Debit Neto	81
4.1.3	Penentuan Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>).....	82
4.1.4	Analisis Potensi Daya dan Produksi Energi	83
4.2	Desain Konstruksi Sipil.....	84
4.2.1	Kondisi Geologi.....	84
4.2.2	Bendung.....	89
4.2.3	Lubang Intake	92
4.2.4	Saluran Pembawa Air/ <i>Headrace</i>	94
4.2.5	<i>Sandtrap</i>	97
4.2.6	<i>Headpond</i>	100
4.2.7	Saluran Pemimpah (<i>Spillway</i>)	102
4.2.8	Desain Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	104
4.2.9	Rekapitulasi Desain Konstruksi Bangunan Sipil PLTM	115
4.2.10	Desain Rumah Pembangkit (<i>Powerhouse</i>)	115
4.2.11	Desain <i>Tailrace</i>	118



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.12	Water Hammer	123
4.3	Perancangan Sistem Hidromekanikal	125
4.3.1	Pemilihan Jenis Turbin	125
4.3.2	Kecepatan Spesifik dan Jenis Turbin.....	127
4.3.3	Dimensi Turbin.....	128
4.3.4	Dimensi Runner	136
4.3.5	Sudu Penggerak	137
4.3.6	Sudu Pengarah	138
4.3.7	Rumah Turbin.....	138
4.3.8	Saluran Pipa Buang (<i>Draft tube</i>)	140
4.3.9	Menghitung Tinggi Hisap.....	141
4.3.10	Analisis CFD Turbin Francis Menggunakan ANSYS Fluent	142
4.4	Perancangan Sistem Kelistrikan	152
4.4.1	Perhitungan Daya Keluaran Generator.....	152
4.4.2	Menentukan Jenis Generator	153
4.4.3	Menentukan Kapasitas Generator (kVA)	153
4.4.4	Menentukan Jumlah Kutub Generator.....	153
4.4.5	Pemilihan Generator	154
4.4.6	Perhitungan Kebutuhan Beban Auxiliary.....	155
4.4.7	Penentuan Transformator	158
4.4.8	Penentuan <i>Emergency Diesel Generator</i>	164
4.4.9	Perhitungan Arus Nominal	168
4.4.10	Penentuan Jenis dan Luas Penampang Kabel.....	173
4.4.11	Penentuan Sistem Proteksi serta Setting Awal OCR/GFR.....	176
4.4.12	<i>Single Line Diagram</i>	185
4.4.13	<i>Load Flow Simulation</i>	187
4.4.14	Analisis Hubung Singkat (<i>Short Circuit Analysis</i>).....	194
4.4.15	Perancangan Sistem Kontrol	201
4.5	Perhitungan Analisis Ekonomi	208
4.5.1	Parameter dan Rencana Anggaran Biaya Proyek	208
4.5.2	Proyeksi Pendapatan Tahunan.....	212
4.5.3	Aliran Kas (<i>Cash Flow</i>) Proyek	213
4.5.4	<i>Net Present Value</i> (NPV)	214
4.5.5	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	215



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.6	<i>Benefit Cost Ratio (BCR)</i>	215
4.5.7	<i>Discounted Payback Period (DPP)</i>	215
4.5.8	<i>Levelized Cost of Energy (LCOE)</i>	216
4.5.9	Rekapitulasi Kelayakan Investasi	216
4.6	Analisis Sensitivitas	217
4.6.1	Sensitivitas Penurunan Tarif Penjualan Listrik	218
4.6.2	Sensitivitas Penurunan Debit Aliran Sungai	219
4.6.3	Sensitivitas Kenaikan Biaya Investasi	220
4.6.4	Rekapitulasi dan Pembahasan Hasil Analisis Sensitivitas	221
4.7	Analisis Risiko	222
4.8	Stakeholder Analysis	229
4.8.1	Identifikasi <i>Stakeholder</i>	229
4.8.2	Analisis <i>Power-Interest</i>	230
4.9	Analisis Keselamatan Kerja (<i>Job Safety Analysis</i>)	232
BAB V REKOMENDASI UNTUK KLIEN		238
5.1	Implementasi Parameter Sipil dan Hidromekanikal	238
5.2	Penerapan Spesifikasi dan Proteksi Sistem Kelistrikan	238
5.3	Mitigasi Risiko Finansial Berdasarkan Analisis Sensitivitas	239
DAFTAR PUSTAKA		240
LAMPIRAN		244

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja PLTM	6
Gambar 2. 2 Bendung	6
Gambar 2. 3 Intake	6
Gambar 2. 4 Sandtrap	7
Gambar 2. 5 Waterway	7
Gambar 2. 6 Headpond	7
Gambar 2. 7 Penstock	8
Gambar 2. 8 Power House	8
Gambar 2. 9 Turbin	9
Gambar 2. 10 Generator	9
Gambar 2. 11 Tailrace	9
Gambar 2. 12 Gardu Pembangkit	10
Gambar 2. 13 Desain Lubang Intake PLTM	15
Gambar 2. 14 Bak Pengendap	16
Gambar 2. 15 Macam-macam Saluran Pembawa	17
Gambar 2. 16 Desain Bak Penenang	18
Gambar 2. 17 Desain Saluran Pelimpah	19
Gambar 2. 18 Desain Pipa Pesat (Penstock)	19
Gambar 2. 19 Koefisien Bentuk Ujung Pipa	22
Gambar 2. 20 Koefisien Belokan Pipa	23
Gambar 2. 21 Komponen Turbin	27
Gambar 2. 22 Pemilihan Jenis Turbin	28
Gambar 2. 23 Grafik Segitiga Kecepatan	35
Gambar 2. 24 Grafik Koefisien Kecepatan Turbin	36
Gambar 2. 25 Rumah Turbin	37
Gambar 2. 26 Sudu Pengarah (<i>Guidevane</i>)	37
Gambar 2. 27 <i>Runner</i>	38
Gambar 2. 28 <i>Draft Tube</i>	38
Gambar 2. 29 Ukuran <i>Runner</i>	39
Gambar 2. 30 Pemilihan Jumlah Sudu Penggerak	40
Gambar 2. 31 Dimensi Rumah Turbin	41

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 2. 32 Saluran Pipa Buang.....	42
Gambar 2. 33 <i>Single Line Diagram</i> Sistem Kelistrikan	46
Gambar 2. 34 Generator	47
Gambar 2. 35 Rotor dan Stator.....	48
Gambar 2. 36 Prinsip Pembangkit Arus AC	48
Gambar 2. 37 Prinsip Generator AC 3 Fasa	48
Gambar 2. 38 Jenis Eksitasi Generator.....	49
Gambar 2. 39 <i>Flow Control</i>	53
Gambar 2. 40 Transformator	54
Gambar 2. 41 Lingkungan Sekitar.....	70
Gambar 2. 42 Rencana Lokasi Proyek	71
Gambar 2. 43 Lokasi Rencana Proyek PLTM.....	71
Gambar 2. 44 Estimasi Perjalanan.....	72
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	73
Gambar 3. 2 <i>Timeline Capstone Project</i>	77
Gambar 4. 1 Grafik FDC	80
Gambar 4. 2 Elevasi Tinggi Jatuh Air	83
Gambar 4. 3 Detail Bendung	92
Gambar 4. 4 Detail Gate Intake	94
Gambar 4. 5 Detail Waterway	97
Gambar 4. 6 Detail Sandtrap	99
Gambar 4. 7 Desain penstok.....	102
Gambar 4. 8 Diagram Moody.....	111
Gambar 4. 9 Koefisien Bentuk Jeruji	112
Gambar 4. 10 Koefisien Bentuk Ujung Pipa	113
Gambar 4. 11 Koefisien Belokan Pipa	114
Gambar 4. 12 Koefisien Katup	114
Gambar 4. 13 Desain system water hammer	125
Gambar 4. 14 Penentuan Jenis Turbin.....	125
Gambar 4. 15 <i>Free Body Diagram Vertical</i>	129
Gambar 4. 16 Grafik Koefisien Kecepatan Turbin.....	134
Gambar 4. 17 Segitiga Kecepatan Masuk	135
Gambar 4. 18 Segitiga Kecepatan Keluar	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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 19 Penentuan Jumlah Sudu.....	137
Gambar 4. 20 Dimensi Casing Spiral	140
Gambar 4. 21 Geometri Komponen	144
Gambar 4. 22 Hasil pembentukan mesh pada domain fluida Turbin Francis menggunakan ANSYS	144
Gambar 4. 23 Kontur distribusi tekanan pada runner Turbin Francis	146
Gambar 4. 24 Kontur distribusi tekanan pada spiral casing Turbin Francis	147
Gambar 4. 25 Kontur distribusi tekanan pada model keseluruhan Turbin Francis	148
Gambar 4. 26 Kontur distribusi kecepatan aliran pada Turbin Francis.....	149
Gambar 4. 27 Pola aliran velocity streamline pada spiral casing dan runner Turbin Francis	150
Gambar 4. 28 Pola aliran velocity streamline pada model keseluruhan Turbin Francis	151
Gambar 4. 29 Trafo Trafindo <i>Step-Up</i>	159
Gambar 4. 30 Trafo Trafindo Auxiliary	162
Gambar 4. 31 <i>Emergency Diesel Generator</i>	166
Gambar 4. 32 MCCB.....	179
Gambar 4. 33 Alur Kerja Proteksi Tegangan Menengah	181
Gambar 4. 34 <i>Single Line Diagram</i> PLTM Cisadea	185
Gambar 4. 35 <i>Load Flow Simulation</i>	187
Gambar 4. 36 <i>Alert Summary Report</i>	188
Gambar 4. 37 <i>Bus Loading Summary Report</i>	189
Gambar 4. 38 <i>Branch Loading Summary Report</i>	190
Gambar 4. 39 <i>Branch Losses Summary Report</i>	192
Gambar 4. 40 <i>Summary of Total Generation, Loading, and Demand</i>	193
Gambar 4. 41 <i>Short Circuit Analysis</i>	194
Gambar 4. 42 Hasil Simulasi <i>Short Circuit</i>	195
Gambar 4. 43 <i>Short Circuit Summary Report</i>	197
Gambar 4. 44 Diagram Blok Sistem Kontrol Sebelum Sinkronisasi	202
Gambar 4. 45 Diagram Blok Sistem Kontrol Setelah Sinkronisasi.....	203
Gambar 4. 46 Diagram Sistem Kontrol Tegangan dan Daya Reaktif menggunakan AVR ...	204
Gambar 4. 47 Diagram Blok Sistem Kontrol dan Monitoring PLTM Cisadea.....	205
Gambar 4. 48 Proyeksi Pendapatan Tahunan.....	213
Gambar 4. 49 Grafik Cumulative Net Cash Flow	217
Gambar 4. 50 Analisis Sensitivitas-Dampak terhadap NPV	222



Gambar 4. 51 Peta Risiko Sebelum Mitigasi.....	229
Gambar 4. 52 Peta Risiko Setelah Mitigasi.....	229
Gambar 4. 53 Hierarchy of Controls	235

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 Potensi Energi Domestik	11
Tabel 2. 2 Tipe-tipe bendung	14
Tabel 2. 3 Material Pipa	19
Tabel 2. 4 Jenis Pipa	19
Tabel 2. 5 Penentuan Tebal Pipa	21
Tabel 2. 6 Penggolongan Turbin	28
Tabel 2. 7 Penggolongan Turbin terhadap Tinggi Air	29
Tabel 2. 8 Kecepatan Putar Spesifik Turbin	30
Tabel 2. 9 <i>Atmospheric Pressure and Vapor Pressure Variation</i>	44
Tabel 2. 10 Perbedaan Sistem Kontrol Flow Control dan Load Control	54
Tabel 2. 11 Kemampuan Hantar Arus	58
Tabel 2. 12 Parameter Kelayakan Ekonomi	67
Tabel 3. 1 Data yang diperlukan	75
Tabel 3. 2 Perangkat dan Acuan	75
Tabel 4. 1 Nilai Debit 10 Tahun	78
Tabel 4. 2 Perhitungan Rata-Rata Debit	78
Tabel 4. 3 Rata-Rata Debit Tahunan	79
Tabel 4. 4 Perhitungan Probabilitas	79
Tabel 4. 5 Penentuan Debit Andalan	80
Tabel 4. 6 Klasifikasi Material	86
Tabel 4. 7 Estimasi Debit Banjir	88
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Dimensi Bendung PLTM Cisadea	90
Tabel 4. 9 Tabel Rekapitulasi Dimensi Bendung PLTM Cisadea	91
Tabel 4. 10 Kriteria Faktor Keamanan Bangunan Intake PLTM Cisadea	92
Tabel 4. 11 Kriteria Faktor Keamanan Saluran Pembawa (Waterway) PLTM Cisadea	96
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Dimensi Saluran Pembawa (Headrace)	96
Tabel 4. 13 Kriteria Faktor Keamanan Kantong Pasir (Sandtrap) PLTM Cisadea	98
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Dimensi <i>Sandtrap</i> PLTM Cisadea	99
Tabel 4. 15 Kriteria Faktor Keamanan Headpond PLTM Cisadea	100
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Dimensi Headpond PLTM Cisadea	101
Tabel 4. 17 Kriteria Faktor Keamanan Spillway PLTM Cisadea	103

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Tabel 4. 18 Kriteria Faktor Keamanan Penstock PLTM Cisadea	107
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Desain Penstock PLTM Cisadea	108
Tabel 4. 20 Penentuan Nilai Viskositas	110
Tabel 4. 21 Nilai Kekasaran Absolut	110
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Kehilangan Energi dan Head Netto	115
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Desain Konstruksi Bangunan Sipil PLTM	115
Tabel 4. 24 Kriteria Faktor Keamanan Powerhouse PLTM Cisadea	117
Tabel 4. 25 Kriteria Faktor Keamanan Powerhouse PLTM Cisadea	118
Tabel 4. 26 Kriteria Faktor Keamanan Saluran Tailrace PLTM Cisadea	119
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Desain Tailrace PLTM Cisadea	121
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Komprehensif Desain Konstruksi Sipil PLTM Cisadea	121
Tabel 4. 29 Katalog Turbin	127
Tabel 4. 30 Perbandingan Rentang N_s	128
Tabel 4. 31 Parameter Simulasi CFD	143
Tabel 4. 32 Boundary Condition dan Pengaturan Domain Simulasi CFD Turbin Francis ...	143
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Mesh Independence	145
Tabel 4. 34 Jenis Generator	153
Tabel 4. 35 Technical Data Generator	154
Tabel 4. 36 Spesifikasi Generator	154
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Beban	156
Tabel 4. 38 Kapasitas Trafo Step-Up	159
Tabel 4. 39 Spesifikasi Trafo <i>Step-Up</i>	159
Tabel 4. 40 Kapasitas Trafo Auxiliary	162
Tabel 4. 41 Spesifikasi Trafo Auxiliary	162
Tabel 4. 42 Rekapitulasi beban <i>critical</i> disuplai EDG	164
Tabel 4. 43 Spesifikasi EDG	166
Tabel 4. 44 Rekapitulasi Perhitungan Arus Nominal Komponen Utama	170
Tabel 4. 45 Perhitungan Arus Nominal untuk setiap Feeder Beban Auxiliary	171
Tabel 4. 46 Spesifikasi Kabel	174
Tabel 4. 47 Katalog Kabel	175
Tabel 4. 48 Rekapitulasi Penentuan Kabel	176
Tabel 4. 49 Pembagian Jenis Proteksi pada Sistem Kelistrikan PLTM Cisadea	178
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Penentuan Proteksi	180

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Tabel 4. 51 Rekapitulasi Penentuan Proteksi CB, CT, OCR, dan GFR	184
Tabel 4. 52 Kondisi Bus Utama	190
Tabel 4. 53 Pembebanan Peralatan Utama	191
Tabel 4. 54 Rugi-Rugi Daya.....	192
Tabel 4. 55 <i>Simulasi Load Flow</i>	194
Tabel 4. 56 Hasil Arus Hubung Singkat pada Bus Utama	196
Tabel 4. 57 Evaluasi <i>Device Duty</i>	198
Tabel 4. 58 Status Hasil Simulasi Evaluasi Breaking Capacity Peralatan Proteksi	199
Tabel 4. 59 Hasil Simulasi Hubungan dengan OCR/GFR	200
Tabel 4. 60 Tabel Sistem Kontrol Operasi PLTM Cisadea.....	201
Tabel 4. 61 Pemilihan Komponen Sistem Kontrol.....	207
Tabel 4. 62 Rencana Anggaran Biaya Proyek PLTM	209
Tabel 4. 63 Parameter Analisis Ekonomi	210
Tabel 4. 64 Proyeksi Pendapatan Tahunan.....	212
Tabel 4. 65 Aliran Kas Proyek	214
Tabel 4. 66 Rekapitulasi Hasil Analisis Kelayakan Investasi	216
Tabel 4. 67 Skema Tarif pada Skenario Sensitivitas Penurunan Tarif Listrik	218
Tabel 4. 68 Hasil Analisis Sensitivitas Penurunan Tarif Penjualan Listrik	218
Tabel 4. 69 Hasil Analisis Sensitivitas Penurunan Debit Aliran Sungai.....	219
Tabel 4. 70 Analisis Sensitivitas Kenaikan Biaya Investasi.....	220
Tabel 4. 71 Rekapitulasi Hasil Analisis Sensitivitas Terhadap Tiga Skenario	221
Tabel 4. 72 Skala Penilaian Analisis Risiko.....	223
Tabel 4. 73 Matriks Risiko	223
Tabel 4. 74 Identifikasi dan Penilaian Risiko Awal	224
Tabel 4. 75 Mitigasi dan Risiko Residual.....	226
Tabel 4. 76 Rekapitulasi Stakeholder Register Proyek PLTM.....	230
Tabel 4. 77 Pemetaan Power-Interest dan Strategi Pengelolaan Pemangku Kepentingan.....	231
Tabel 4. 78 Ringkasan Job Safety Analysis (JSA) Proyek PLTM	233

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin 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

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, serta meningkatnya aktivitas ekonomi masyarakat. Di sisi lain, ketergantungan terhadap energi fosil masih menjadi tantangan karena sumber energi tersebut bersifat tidak terbarukan dan berdampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan energi baru dan terbarukan menjadi salah satu langkah strategis untuk mendukung ketahanan energi nasional sekaligus mengurangi emisi karbon.

Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional menargetkan peningkatan pemanfaatan energi baru dan terbarukan dalam bauran energi nasional. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi air. Kondisi geografis Indonesia yang memiliki banyak sungai, curah hujan yang tinggi, serta wilayah pegunungan menjadikan pembangkit listrik tenaga air, termasuk Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM), sebagai salah satu alternatif penyediaan energi listrik yang layak untuk dikembangkan.

Sungai Cisadea yang berada di wilayah Cianjur Selatan merupakan salah satu sungai yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Sungai ini telah dimanfaatkan melalui pengoperasian PLTM Kalapa Nunggal. Berdasarkan hasil analisis potensi sumber daya air, Sungai Cisadea masih memiliki peluang untuk dikembangkan lebih lanjut karena memiliki debit air dan kondisi topografi yang mendukung pembangunan PLTM.

Pembangunan PLTM baru dilakukan untuk memenuhi kebutuhan daya pada jaringan PADU yang terus meningkat. Berdasarkan kondisi eksisting, beban pada jaringan PADU telah mencapai sekitar 130 A, sedangkan PLTM yang beroperasi saat ini hanya mampu menyuplai sekitar 106 A. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pembangkit yang ada belum mampu memenuhi kebutuhan beban secara optimal sehingga masih terdapat kekurangan pasokan daya. Oleh karena itu, direncanakan pembangunan PLTM dengan kapasitas sebesar 495,4 kW sebagai tambahan sumber energi listrik untuk meningkatkan keandalan sistem dan memenuhi kebutuhan beban pada jaringan. Selain itu, pembangkit ini juga diharapkan dapat berfungsi sebagai pembangkit pendukung, terutama pada saat musim kemarau ketika debit sungai mengalami penurunan.



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

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) yang mampu memanfaatkan potensi Sungai Cisadea secara optimal. Perancangan ini diharapkan dapat menghasilkan sistem pembangkit yang efektif, andal, dan berkelanjutan, sehingga mampu meningkatkan keandalan pasokan listrik pada jaringan serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia.

Tujuan Penulisan

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, sekaligus menerapkan ilmu pengetahuan dan keterampilan di bidang konversi energi melalui perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Cisadea di Cianjur Selatan.

Perancangan ini dilakukan sebagai upaya pengembangan pemanfaatan energi air dari aliran Sungai Cisadea yang memiliki potensi debit air relatif stabil sepanjang tahun dan kondisi geografis yang mendukung pengembangan energi terbarukan. Selain itu, proyek ini bertujuan untuk mendukung peningkatan keandalan pasokan listrik di wilayah Cianjur Selatan yang sebagian besar masih bergantung pada pembangkit tenaga air, serta mendukung program pemerintah dalam percepatan pengembangan energi baru terbarukan menuju sistem energi yang berkelanjutan, efisien, dan ramah lingkungan.

1.2.2 Tujuan Khusus

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) di Sungai Cisadea berdasarkan potensi energi air yang tersedia.
2. Menganalisis parameter teknis PLTM meliputi debit air, tinggi jatuh air (*head*), potensi daya, dan efisiensi sistem pembangkit.
3. Menentukan spesifikasi komponen utama PLTM seperti turbin, generator, penstock, dan sistem pendukung lainnya sesuai kebutuhan perencanaan.
4. Mengevaluasi kelayakan teknis pengembangan PLTM sebagai sumber energi terbarukan yang andal dan berkelanjutan.
5. Mendukung upaya pemanfaatan energi baru terbarukan melalui pengembangan PLTM guna meningkatkan keandalan pasokan listrik dan mendukung target bauran energi nasional

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

1.3 Lokasi Objek Tugas Akhir

Berdasarkan hasil survey, lokasi perancangan PLTM berada di Sungai Cisadea, Cikarang, Desa Girimukti, Kecamatan Sindangbarang, Kabupaten Cianjur, dengan koordinat geografis bendungan sekitar $7^{\circ}18'14.40''S$ dan $107^{\circ}12'1.10''E$. Lokasi ini berjarak $\pm 20,9$ km dari Jalan Raya Sukanagara - Sindangbarang dan dapat diakses sekitar 3 jam 45 menit dari Kota Cianjur melalui jalur darat. Rencana titik lokasi Headpond adalah $7^{\circ}18'16.19''S$ $107^{\circ}11'58.40''E$ dan *Powerhouse* direncanakan di titik $7^{\circ}18'16.99''S$ $107^{\circ}11'59.70''E$.

1.4 Manfaat Penulisan

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Menjadi referensi bagi mahasiswa, peneliti, maupun akademisi dalam memahami proses perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM).
2. Menambah wawasan mengenai pemanfaatan energi air sebagai salah satu sumber energi baru terbarukan yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.
3. Menjadi bahan kajian dalam analisis potensi energi air, perhitungan kapasitas pembangkit, serta pemilihan komponen utama pada sistem PLTM.
4. Memberikan informasi mengenai penerapan teknologi pembangkit listrik tenaga air sebagai salah satu alternatif pengembangan sistem penyediaan energi listrik.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Menjadi acuan dalam proses perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) berdasarkan potensi sumber daya air di Sungai Cisadea.
2. Memberikan dasar pertimbangan dalam pemilihan komponen dan sistem PLTM yang sesuai dengan kondisi lapangan.
3. Menjadi bahan masukan bagi pihak terkait dalam upaya pengembangan pemanfaatan energi air di wilayah Cianjur Selatan.
4. Menjadi referensi dalam perencanaan proyek pembangkit listrik tenaga air pada lokasi lain yang memiliki karakteristik potensi sumber daya air yang serupa.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

1.5.1 Bagian Awal

- a. Halaman Judul
- b. Halaman Pengesahan
- c. Kata Pengantar

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- d. Daftar Isi
- e. Daftar Tabel
- f. Daftar Gambar
- g. Daftar Lampiran

1.5.2 Bagian Utama

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, lokasi objek tugas akhir, batasan masalah, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

b. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung perancangan PLTM, meliputi konsep energi terbarukan, potensi energi air di Indonesia, prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM), komponen utama sistem, jenis turbin air, serta rumus dan parameter perhitungan yang digunakan.

c. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode yang digunakan, meliputi tahapan survei lapangan, pengumpulan data, analisis potensi energi air, proses perancangan sistem PLTM, pemilihan komponen, serta metode analisis teknis yang digunakan.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil perancangan PLTM, analisis data, perhitungan teknis, pemilihan spesifikasi komponen, serta pembahasan mengenai performa dan kelayakan sistem pembangkit yang dirancang.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan perancangan yang telah dilakukan, serta saran untuk pengembangan dan penyempurnaan penelitian atau proyek selanjutnya.

1.5.3 Bagian Akhir

- 1. Daftar Pustaka
- 2. Lampiran-Lampiran

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 V

REKOMENDASI UNTUK KLIEN

Berdasarkan seluruh data, perhitungan teknis, dan simulasi yang telah dilakukan dalam Capstone Project ini, disusun rekomendasi strategis yang ditujukan secara khusus kepada Klien. Rekomendasi berikut bersifat aplikatif dan merujuk langsung pada batasan serta hasil analisis yang telah diperoleh.

5.1 Implementasi Parameter Sipil dan Hidromekanikal

1. Pengawasan Batas Toleransi Head Loss: Selama pelaksanaan konstruksi bangunan sipil, mulai dari intake, saluran pembawa (waterway), hingga pipa pesat (penstock), klien harus memastikan kontraktor menjaga kualitas permukaan dinding saluran. Hal ini penting agar kehilangan tinggi jatuh air (head loss) riil di lapangan tidak melebihi batas yang telah ditentukan dalam analisis potensi hidrolis, sehingga daya netto yang dihasilkan tetap sesuai target.
2. Kepatuhan Ketat terhadap Nilai *Suction Head* (Hs): Pada tahap instalasi turbin Francis di rumah pembangkit (powerhouse), posisi ketinggian turbin terhadap permukaan air pada saluran pembuangan (tailrace) wajib mengikuti nilai tinggi isap (Hs) yang telah dihitung. Kepatuhan terhadap dimensi ini bersifat kritikal untuk memastikan sistem bebas dari bahaya kavitasi.

5.2 Penerapan Spesifikasi dan Proteksi Sistem Kelistrikan

1. Client direkomendasikan menggunakan sistem kelistrikan dengan generator sinkron 3 fasa berkapasitas 710 kVA pada tegangan 3 kV, yang dihubungkan ke transformator step-up 800 kVA rasio 3/20 kV. Konfigurasi ini digunakan agar daya listrik dari PLTM Cisadea dapat dinaikkan ke level tegangan distribusi 20 kV dan disalurkan ke jaringan PLN.
2. Beban auxiliary direkomendasikan tetap dipisahkan menjadi beban critical dan non-critical. Beban critical disuplai cadangan oleh Emergency Diesel Generator berkapasitas 33 kVA, sedangkan beban non-critical tidak disuplai pada kondisi darurat. Pemisahan ini bertujuan agar kapasitas EDG tetap proporsional dan hanya digunakan untuk beban yang penting terhadap keselamatan serta keberlangsungan operasi pembangkit.
3. Instalasi penghantar direkomendasikan menggunakan kabel N2XSYP untuk sisi tegangan menengah 3 kV dan 20 kV, serta kabel NYY 0,6/1 kV untuk sisi tegangan

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

rendah 0,4 kV. Pemilihan kabel ini disesuaikan dengan level tegangan, arus desain, dan kemampuan hantar arus pada masing-masing jalur sistem kelistrikan.

4. Sistem proteksi direkomendasikan menggunakan MCB/MCCB pada sisi 0,4 kV serta CB, CT, OCR, dan GFR pada sisi 3 kV dan 20 kV. Berdasarkan hasil simulasi load flow dan short circuit, peralatan proteksi yang dipilih masih memenuhi terhadap kondisi pembebanan normal maupun arus gangguan pada sistem.
5. Untuk sistem proteksi tegangan menengah, client direkomendasikan melakukan studi koordinasi proteksi pada tahap detailed engineering. Studi ini diperlukan untuk menentukan setting waktu OCR/GFR, seperti time delay, TMS, dan kurva koordinasi, agar sistem proteksi dapat bekerja lebih selektif dan terkoordinasi antar peralatan.

5.3 Mitigasi Risiko Finansial Berdasarkan Analisis Sensitivitas

- Pengendalian Batas Kenaikan Biaya Investasi (CAPEX): Berdasarkan analisis sensitivitas terhadap kenaikan biaya investasi, Klien direkomendasikan menjaga realisasi biaya konstruksi agar tidak melewati batas toleransi yang telah dihitung, sehingga nilai NPV tetap positif dan IRR tetap berada di atas suku bunga acuan.
- Pengamanan Nilai Tarif Listrik Base Case: Mengingat kelayakan proyek sensitif terhadap penurunan tarif listrik, Klien harus memastikan negosiasi tarif dengan PLN menghasilkan nilai minimal setara dengan base case yang digunakan dalam perhitungan LCOE dan BCR, guna menjamin Discounted Payback Period sesuai target.
- Antisipasi Penurunan Debit Sungai: Karena penurunan debit andalan terbukti berpengaruh signifikan terhadap produksi energi tahunan pada analisis sensitivitas, Klien direkomendasikan menyusun strategi operasional pembangkit yang fleksibel pada musim kemarau, agar daya yang dihasilkan tetap optimal pada kondisi debit minimum.

DAFTAR PUSTAKA

AHSP DCT UTK PERBUP”.

Construction Contingency: How to Protect Your Budget from Risk,”
<https://www.mastt.com/blogs/construction-contingency>.

Energy BC dan Deetken Impact ,” <https://energybc.ca/runofriver.html>.

The British Hydropower Association A GUIDE TO UK MINI-HYDRO DEVELOPMENTS
Guide to UK mini-hydro development v3.0 A GUIDE TO UK MINI-HYDRO
DEVELOPMENTS CONTENTS.” [Online]. Available: www.british-hydro.org

A. Dwi Budiarta, S. Handoko, D. Ajub, and A. Zahra, “ANALISIS EKONOMI TEKNIK
PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID
PADA ATAP KANDANG AYAM CLOSED HOUSE DI TUALANG KABUPATEN
SERDANG BEDAGAI,” 2021. [Online]. Available:
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>

A. Harvey, Micro-Hydro Design Manual: A Guide to Small-Scale Water Power Schemes.
London: Intermediate Technology Publications, 1993.

A. Rahman, S. Bandri, A. M. N. Putra, A. Syofian, and A. Anugrah, “Studi kelayakan
pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) PT Dempo Sumber Energy Batang Pelangai
Gadang Pesisir Selatan,” Ensiklopedia of Journal, vol. 6, no. 2, Jan. 2024. [Online].
Available: <http://jurnal.ensiklopediaku.org>

A. S. Putra, Karnoto, and Derman, “Analisis setting proteksi OCR dan GFR di penyulang SRL-
01 Sronol menggunakan software ETAP 12.6.0,” Universitas Semarang, n.d.

Allievi, L. (1902). Teori umum perambatan gelombang pada pipa elastis (Persamaan Allievi
Michaud / Korteweg-Allievi).

American Institute of Steel Construction (AISC) (t.t.). Standar Desain Faktor Beban Dinamis
(DLF).

American Society of Mechanical Engineers (ASME) (t.t.). Standar Praktik Umum Perancangan
PLTM/PLTA.

Badan Standardisasi Nasional, SNI 0225:2020 Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2020 (PUIL
2020). Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2020.

Bishop & Fellenius (t.t.). Metode Analisis Stabilitas Lereng Galian (Slope Stability).

Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design (Perkiraan daya dukung izin untuk
berbagai jenis tanah dan batuan).

Chaudhry, M. H. (2014). Applied Hydraulic Transients (Kajian kecepatan suara dalam air
murni dan rambatan gelombang pipa).

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

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

- D. Matsushita, R. Moriyama, K. Nakashima, S. Watanabe, K. Okuma, and A. Furukawa, "Tentative study on performance of Darrieus-type hydroturbine operated in small open water channel," IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 22, no. Art. no. 062007, 2014, doi: 10.1088/1755-1315/22/6/062007.
- Darcy & Weisbach (t.t.). Persamaan dan Koefisien Gesek Pipa.
- European Small Hydropower Association (ESHA) (t.t.). Layman's Guidebook on How to Develop a Small Hydro Site.
- Flovel Co. Ltd., Design Guide for Francis Turbines, Flovel Engineering Division. Japan: Flovel, 2005.
- Gordon & Penman (t.t.). Persamaan Empiris Penentuan Diameter Minimum Pipa Pesat (Penstock).
- H. S. ST. , Mt. , Ph. D. Ir. T. U. MT. Wilda Faradina, "110621-ID-kajian-kelayakan-ekonomis pembangkit-lis," 2021.
- International Finance Corporation (IFC), "Hydroelectric Power A Guide for Developers and Investors HYDROELECTRIC POWER A Guide for Developers and Investors iii," 2015. [Online]. Available: www.fichtner.de
- Iremoger (1985). Modulus Elastisitas Berbagai Bahan Material.
- Renewable Energy Agency. RENEWABLE POWER GENERATION COSTS IN 2024.IRENA.2025
- Joukowsky, N. (1898). Fenomena Pukulan Air (Water Hammer) pada Sistem Pipa Bertekanan.
- Kanpor Electrical Machinery Co., Ltd., "Technical data diesel generator set KPI33," Kanpor Electrical Machinery Co., Ltd., n.d.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) (t.t.). Standar Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-02 dan KP-03).
- Kirschmer (t.t.). Formula Rugi Minor (Head Loss) pada Jeruji Trash Rack.
- Koesmono, M., dkk. (1996). Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru Skala 1:100.000.
- K. Tana Toraja Kecamatan Malimbong Balepe, "PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI," 2023.
- Lane (t.t.). Metode Analisis Erosi Bawah Tanah (Creep Ratio).
- Linsley, R. K. (1989). Persamaan Empiris untuk Rugi Gesek pada Pipa Pesat.
- Manning (t.t.). Persamaan dan Koefisien Kekasaran Saluran Terbuka.
- Marelli Motori, Marelli Motori Synchronous Generators Catalogue. Marelli Motori S.p.A., n.d.
- McGraw-Hill, "ENGINEERING ECONOMY Seventh Edition Seventh Edition," 2024.
- Michaud (t.t.). Pendekatan Allievi-Michaud (Rigid Column Theory).

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

Moody (t.t.). Diagram Moody untuk Penentuan Koefisien Gesek Aliran Pipa.

M. Muslimin, P. P. Dhyani, D. Luqyana, and D. J. K. Kristianto, "Perancangan dan Pembuatan Prototipe Motor Listrik BLDC 350 dan 3000 Watt," Jurnal Mekanik Terapan, vol. 4, no. 2, pp. 78-83, Aug. 2023.

O. : Bakhodin and A. Munandar, "PERANCANGAN PLTMH PADA BRINE BLOWDOWN LINE DESALINATION PLTGU PRIOK CAPSTONE PROJECT," 2024.

Parmakian, J. (1963). Waterhammer Analysis (Konsep waktu kritis dan klasifikasi penutupan katup).

Patty, O. F. (1995). Perencanaan Konstruksi Bangunan Sipil Pembangkit Tenaga Air.

Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Jakarta: Sekretariat Negara, 2014.

Penche, C. (1998). Desain Tailrace dan Dampak Tekanan Balik (Backpressure).

Peraturan Menteri ESDM, "Peraturan Menteri ESDM tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT)," 2017. [Online]. Available: www.peraturan.go.id.

PT Bumi Powerindo, "Company Profile PLTM Kalapa Nunggal," internal company document, n.d.

PT. PLN (PERSERO), "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2021-2030," Jakarta: PLN, 2021.

R. Afrianda and S. R. Putra, "Perancangan instalasi kabel 20 kV pada auxiliary transformer sebagai alternatif back feeding PLTGU Jawa 2," Jurnal Penelitian Saintek, vol. 28, no. 2, pp. 85-98, 2023.

R. A. Carles and Winarso, "Perancangan kebutuhan daya dan instalasi listrik pada Gedung Askrindo Bogor," Jurnal Riset Rekayasa Elektro, vol. 3, no. 1, pp. 35-46, 2021. [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>

R.Estimator, "Database Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) PUPR | RAB Estimator," <https://rabestimator.id/public/koleksi/ahsp?search=galian&page=4>.

S. Flores, "Construction Contingency: How to Protect Your Budget from Risk," <https://www.masst.com/blogs/construction-contingency>.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726 (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847 (t.t.). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8640 (2017). Persyaratan Geoteknik pada Perancangan Bangunan Teknik Sipil.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Standar Nasional Indonesia (SNI) Geoteknik (t.t.). Kriteria Faktor Keamanan Stabilitas Guling, Geser, dan Daya Dukung.
- Streeter, V. L., & Wylie, E. B. (1993). Fluid Transients (Kajian kecepatan suara dalam air murni).
- Sudjarmiko (1972). Peta Geologi Lembar Cianjur.
- Sularso dan K. Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2004.
- Suwigno, A. Mokhtar, D. Suhardi, M. Effendy, dan K. Nissa, Pembangkit Listrik Tenaga Mini Mikro Hidro. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2022.
- Suyitno. (2021). Mata Kuliah: Mekanika Kekuatan Material [Modul Kuliah]. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung.
- Suyitno. (2000). Mata Kuliah: Elemen Mesin [Modul Kuliah]. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung.
- Suyitno (2016). Konstruksi Bangunan Sipil Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM).
- S. Suandi et al., "STUDI KELAYAKAN FINANSIAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) PONGKOR," 2018.
- T. Ammar, M. Abdel-Monem, and K. El-Dash, "Appropriate budget contingency determination for construction projects: State-of-the-art," Alexandria Engineering Journal, vol. 78, pp. 88–103, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.aej.2023.07.035.
- U.S. Bureau of Reclamation, Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators, Engineering Monograph No. 20. Denver: USBR, 1987.
- United States Bureau of Reclamation (USBR) (t.t.). Standar Desain Kolam Olak (Stilling Basin) dan Peredam Energi.
- Van Bemmelen, R. W. (1949). The Geology of Indonesia (Kondisi Fisiografi Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat).
- Warnick, C. C. (1984). Hydropower Engineering (Studi Kelayakan PLTM, Parameter Daya Dukung Tanah, dan Beban Pondasi Mesin).
- Z. K. Misbah, N. Nagu, Y. Damayanti, and V. Idrus, "JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN ANALISIS EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO PADA KALI SANGAJI KABUPATEN HALMAHERA TIMUR ECONOMIC ANALYSIS OF MICRO HYDRO POWER PLANT IN SANGAJI RIVER, EAST HALMAHERA REGENCY," 2023, [Online]. Available: <http://doi.org/xxxWebsite:https://ejournal.um.sorong.ac.id/index.php/rancangbangun>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Klasifikasi Material dan Daya Dukung Izin

Jenis Material (Litologi Cisadea)	Lokasi Acuan	Daya Dukung Izin Asumsi (kPa)	Keterangan Referensi
Breksi andesit sangat kompak / Konglomerat	Dasar bendung	300 - 500	Formasi Koleberes/Bentang (Koesmono, 1996)
Kerikil padat - bongkah batuan andesit	Dasar bendung & sandtrap	250 - 400	Survei lapangan aktual Cisadea
Batupasir tufaan / Tuf lapili (terlapuk)	Pondasi powerhouse	150 - 250 (diambil 200)	Nilai konservatif (IAGI, 2011)
Tanah residual / lempung tufaan	Galian saluran (waterway)	100 - 150	Untuk stabilitas dinding saluran

Sumber: Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru (Koesmono dkk., 1996); IAGI (2011).

Lampiran 2 Estimasi Debit Banjir Rancangan

Periode Ulang	Faktor Pengali (terhadap Q70)	Estimasi Debit Banjir (m ³ /s)	Fungsi Acuan
Q10 tahun	± 8 kali	± 93	Cek operasional rutin
Q25 tahun	± 12 kali	± 139	Acuan desain bendung & spillway
Q50 tahun	± 16 kali	± 186	Cek ekstrem/cadangan keamanan

Catatan: dihitung dari debit andalan Q70 = 11,60 m³/s dengan rasio Qbanjir/Q70 regional. Wajib diverifikasi dengan analisis hidrologi formal pada tahap DED.

Rekapitulasi Dimensi Bendung PLTM Cisadea

Parameter	Nilai	Satuan
Tipe Bendung	Batu bronjong + lapisan beton	-
Lebar Bendung	23,95	m
Tinggi Total	5,0	m
Tinggi Mercu	2,5	m

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang (arah aliran)	10,0	m
Elevasi Mercu	276,0	mdpl

Kriteria Faktor Keamanan Bendung PLTM Cisadea

Jenis Kontrol Stabilitas	SF Min. Syarat (Normal)	SF Min. Syarat (Banjir)	Keterangan
Guling (Overturning)	$\geq 2,00$	$\geq 1,50$	SNI Geoteknik / Bowles (1997)
Geser (Sliding)	$\geq 1,50$	$\geq 1,30$	Koef. gesekan batuan: $\mu = 0,60-0,70$
Daya dukung tanah (Bearing)	$\geq 3,00$	$\geq 2,00$	qijin = 300-500 kPa (batuan sungai)
Erosi bawah tanah (Piping)	$\geq 1,60$	$\geq 1,50$	Metode Lane (creep ratio)

Kriteria Faktor Keamanan Bangunan Intake PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Status
Kecepatan aliran di intake	1,00 m/s	$\leq 1,20$ m/s	Aman
Kehilangan tinggi tekan (head loss)	0,20 m	$\leq 0,30$ m	Aman
Jarak antar jeruji trash rack	50 mm	40-100 mm (coarse screen)	Desain memadai
Gaya angkat (uplift) pada pelat penutup	Dikontrol tiap flush	SF $\geq 1,50$	Perlu dikonfirmasi DED

Parameter desain: debit desain $Q_d = 8,92$ m³/s; kondisi tenggelam (submerged); tinggi lubang $a = 1$ m; lebar lubang hasil hitungan 5,62 m pada elevasi 276,01 mdpl.

Kriteria Faktor Keamanan Saluran Pembawa (Waterway) PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Status
Kecepatan aliran rata-rata	0,80 - 1,60 m/s	$V_{min} \geq 0,80$; $V_{max} \leq 1,60$ m/s	Aman
Freeboard (jagaan)	$\geq 0,20$ m	0,20-0,30 m (saluran terbuka)	Memenuhi
Kontrol pengendapan sedimen	$V \geq 0,80$ m/s	Cegah deposisi	Memenuhi
Faktor keamanan lereng galian saluran	SF $\geq 1,50$	SNI 8640:2017	Perlu dikonfirmasi DED
Kontrol erosi dinding lining batu	$V \leq 1,60$ m/s	Batas batu pasangan	Memenuhi

Rekapitulasi Dimensi Saluran Pembawa (Waterway)

Parameter	Nilai	Satuan
Debit Rencana	8,92	m ³ /s

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Parameter	Nilai	Satuan
Kecepatan Aliran	1,20	m/s
Luas Penampang Basah	7,43	m ²
Lebar Saluran	2,73	m
Tinggi Penampang Basah	2,73	m
Freeboard	0,50	m
Tinggi Total Saluran	3,23	m
Panjang	140	m
Material	Beton bertulang 1:2:3	-

Kriteria Faktor Keamanan Kantong Pasir (Sandtrap) PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Status
Kecepatan aliran di sandtrap	$\leq 0,30$ m/s	0,20-0,40 m/s (optimal)	Aman
Efisiensi pengendapan partikel $\geq 0,2$ mm	$\geq 80\%$	$\geq 80\%$ (standar PLTM)	Memenuhi
Panjang sandtrap (10 x lebar waterway)	Sesuai perhitungan	$L \geq 10B$	Memenuhi
Stabilitas dinding thd. tekanan sedimen	$SF \geq 1,50$	SNI Geoteknik	Perlu dikonfirmasi DED
Frekuensi pengelontoran (flushing)	Berkala musim hujan	Sebelum kapasitas penuh	Operasional

Rekapitulasi Dimensi Sandtrap PLTM Cisadea

Parameter	Nilai	Satuan
Lebar	8,19	m
Tinggi Penampang Basah	4,84	m
Freeboard	0,50	m
Tinggi Total	5,34	m
Panjang	27,3	m
Kecepatan Aliran dalam Sandtrap	$\pm 0,40$	m/s

Kriteria Faktor Keamanan Headpond PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Status
Freeboard di atas muka air operasi	$\geq 0,30$ m	0,30-0,50 m	Memenuhi
Kapasitas spillway headpond	$\geq Q_d = 8,92$ m ³ /s	$SF = 1,20 \times Q_d$	Perlu dikonfirmasi
Stabilitas dinding beton thd. guling	$SF \geq 2,00$	Kondisi penuh air	Perlu DED
Stabilitas dinding thd. geser	$SF \geq 1,50$	Kondisi penuh air	Perlu DED

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Status
Kontrol water hammer (surge)	Volume buffer cukup	$\text{Surge} \leq H_{\text{desain}}$	Dikoordinasi mekanikal

Rekapitulasi Dimensi Headpond PLTM Cisadea

Parameter	Nilai	Satuan
Lebar	8,19	m
Tinggi Penampang Basah	4,84	m
Freeboard	0,50	m
Tinggi Total	5,34	m
Panjang	44,0	m
Elevasi Muka Air	273,8	mdpl

Kriteria Faktor Keamanan Spillway PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Keterangan
Kapasitas pelimpah (lebar efektif)	Sesuai perhitungan	$\geq Q_d = 8,92 \text{ m}^3/\text{s}$	Sebagai debit acuan minimum
Tinggi jagaan di atas muka air pelimpah	$\geq 0,20 \text{ m}$	Jagaan $\geq 0,15 \text{ m}$	Mencegah overtopping
Kecepatan aliran di atas mercu	Subkritis ($Fr < 1$)	$Fr < 1$ di hulu mercu	Tidak menimbulkan gerusan
Peredam energi di hilir pelimpah	Diperlukan	$V_{\text{min}} \leq 2,0 \text{ m/s}$ di sal. buang	Batu/riprap
Kapasitas saluran buang (bypass)	Menuju sungai/lembah	Tidak membebani struktur lain	Aman

Panjang mercu pelimpah hasil perhitungan: $L = 11,84 \text{ m}$, dibulatkan menjadi $12,0 \text{ m}$ dalam implementasi.

Kriteria Faktor Keamanan Penstock PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai / Kriteria	Batas Aman (SF Minimum)	Referensi
Tebal dinding pipa thd. tekanan statis	t dari perhitungan	$SF \geq 4,0$ (baja)	ASME/Harvey (1993)
Tebal dinding thd. water hammer	$P_{\text{min}} = 1,5 \times P_{\text{statis}}$	$SF \geq 3,0$ kondisi surge	Allievi formula
Anchor block - stabilitas guling	$SF \geq 1,50$	Momen gaya aksial pipa	SNI Geoteknik
Anchor block - stabilitas geser	$SF \geq 1,50$	Gaya lateral pada belokan	SNI Geoteknik
Slide block - kapasitas geser lateral	$SF \geq 1,50$	Menahan deformasi lateral pipa	Praktek PLTM
Kecepatan aliran di penstock	Sesuai perhitungan	$V \leq 4,0 \text{ m/s}$	Harvey (1993)

Rekapitulasi Desain Penstock PLTM Cisadea

Parameter	Nilai	Satuan
Debit Netto	1,780	m ³ /s
Diameter Dalam	961	mm (0,961 m)
Tebal Dinding (minimum)	1,773	mm
Kecepatan Aliran	2,091	m/s
Panjang Total	55	m
Jumlah Batang Pipa	11	buah (@ 5 m)
Jumlah Anchor Block	7	unit
Jumlah Slide Block	4	unit
Ekspansi Termal	23,02	mm
Material	Seamless steel galvanised	-

Rekapitulasi Kehilangan Energi dan Head Netto

Parameter	Nilai (m)	Persentase (%)
Gross Head (H _{gr})	35,000	100,00%
Rugi Mayor (Gesekan Pipa)	0,174	0,50%
Rugi Minor (Lokal)	0,171	0,49%
Total Head Loss	0,345	0,99%
Head Netto (H _{net})	34,655	99,01%

Kriteria Faktor Keamanan Powerhouse PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman (SF)	Keterangan
Daya dukung pondasi beton bertulang (K-250)	$q_{ijin} = 200 \text{ kPa}$ (asumsi)	$SF \geq 3,0 \text{ thd. qult}$	Asumsi breksi terlupakan
Beban total pada pondasi (statis)	Generator (6.000 kg) + turbin + sipil	$\sigma_{max} < q_{ijin}$	Perlu verifikasi DED
Faktor beban dinamis (getaran turbin)	DLF = 1,5-2,0	Beban desain = 2,0 x statis	AISC / SNI 2847
Ketinggian lantai vs elevasi banjir Q25	Di atas elevasi banjir	Freeboard $\geq 0,50 \text{ m}$	Perlindungan banjir
Ketahanan struktur kolom-balok thd. gempa	SNI 1726:2019 zona Cianjur	SF seismik per SNI	Wilayah gempa sedang-tinggi

Rekapitulasi Data Teknis Powerhouse PLTM Cisadea

Parameter	Nilai	Satuan / Keterangan
Luas Bangunan	144	m ² (16 m x 9 m)
Tinggi Minimum	6	m (untuk crane 5 ton)
Mutu Beton Pondasi	K-250 ($f'_c = 20,75 \text{ MPa}$)	-

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Parameter	Nilai	Satuan / Keterangan
Beban Peralatan Utama	≥ 10	ton
Daya Hidrolik	605,13	kW
Daya Output Turbin	574,87	kW
Daya Output Generator	551,88	kW
Kapasitas Generator Terpilih	710	kVA (Marelli Motori MJHT 630 SA12)
Kapasitas EDG	62,5	kVA (Ptanpa = 50 kW)
Total Beban Kritis EDG	19,82	kW (loading 37,31%)

Kriteria Faktor Keamanan Saluran Tailrace PLTM Cisadea

Parameter Kontrol	Nilai Desain	Batas Aman	Keterangan
Kapasitas tailrace (Qd)	8,92 m ³ /s	Qalirkan $\geq$ Qd	Tidak boleh terjadi bottleneck
Kecepatan aliran di ujung outlet	Dikontrol desain	$V \leq 2,50$ m/s	Cegah gerusan tebing sungai
Perlindungan ujung outlet (riprap/gabion)	Diperlukan	d50 riprap sesuai V	Material sungai setempat
Proteksi banjir balik (backwater check)	El. draft tube > el. banjir Q25	Beda tinggi $\geq 0,50$ m	Cegah inundasi powerhouse
Stabilitas dinding tailrace	SF $\geq 1,50$ (geser)	SNI Geoteknik	Perlu DED

Rekapitulasi Desain Tailrace PLTM Cisadea

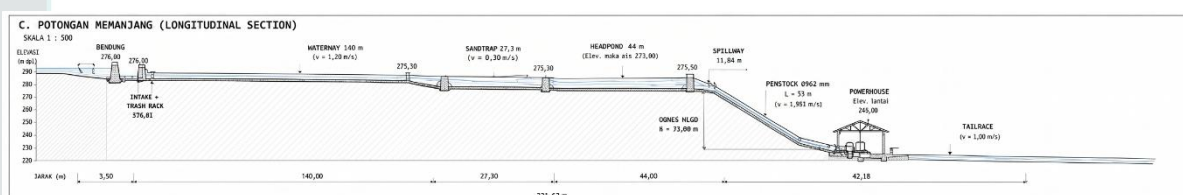
Parameter	Nilai	Satuan
Tipe Saluran	Saluran terbuka beton bertulang, penampang persegi	-
Debit Rencana	1,780	m ³ /s
Kecepatan Aliran	1,00	m/s
Lebar Saluran (b)	2,00	m
Kedalaman Air (h)	1,00	m
Freeboard	0,25	m
Tinggi Total Saluran	1,25	m
Kemiringan Dasar (S)	1/500 (minimum)	-
Koefisien Manning (n)	0,013	-
Jari-jari Hidrolis	0,50	m
Elevasi Muka Air (keluar)	$\leq 238,9$	mdpl
Material Pelapis	Beton bertulang 1:2:3	-
Peredam Energi	Kolam olak (stilling basin)	-

Tabel berikut menyajikan rangkuman menyeluruh seluruh komponen bangunan sipil PLTM Cisadea yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya.

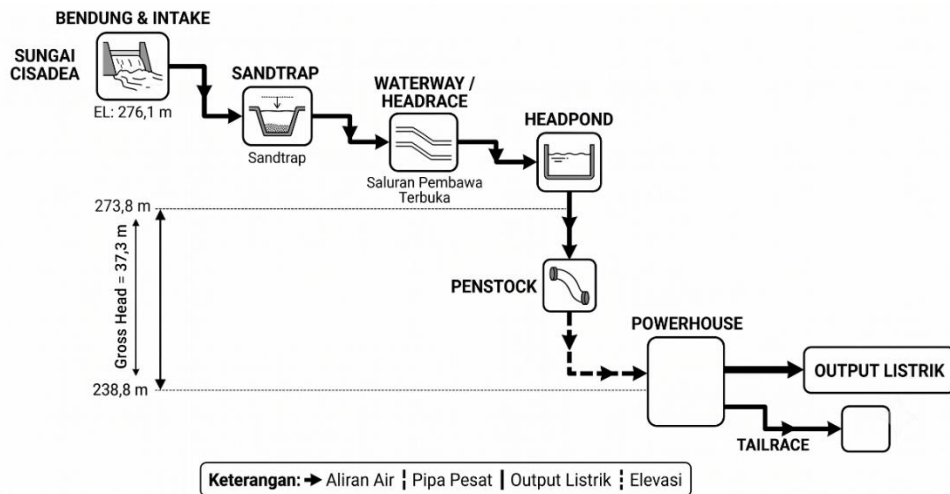
Rekapitulasi Komprehensif Desain Konstruksi Sipil PLTM Cisadea

No	Komponen	Spesifikasi Utama	Dimensi	Satuan
1	Bendung	Batu bronjong + lapis beton	23,95 x 5,0 (T mercu 2,5 m)	m
2	Intake	Aliran tenggelam (submerged)	5,62 x 1,0 (El. 276,01 mdpl)	m
3	Waterway	Beton bertulang, penampang persegi	2,73 x 3,23 x 140	m
4	Sandtrap	Beton bertulang + pintu bilas	8,19 x 5,34 x 27,3	m
5	Headpond	Beton bertulang + fine screen	8,19 x 5,34 x 44,0 (El. 273,8 mdpl)	m
6	Spillway	Ambang lebar, kondisi terkontrol	L = 12,0 (Hsp = 0,20 m)	m
7	Penstock	Seamless steel galvanised	D 961 mm, t = 1,77 mm, L = 55 m	-
8	Anchor Block	Beton bertulang	7 unit @ 7 m ³	-
9	Slide Block	Beton bertulang	4 unit	-
10	Powerhouse	Beton bertulang K-250	16 x 9 m, tinggi ≥ 6 m (144 m ²)	-
11	Tailrace	Beton bertulang + kolam olak	2,00 x 1,25 m, S = 1/500	m

Denah Rencana Project PLTM



SKEMA PLTM



Lampiran 3 FAKTOR DAYA KOREKSI DAN KEKUATAN POROS

Tabel 1.6 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan, f_c .

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

Tabel 1.5 Standar baja.

Nama	Standar Jepang (JIS)	Standar Amerika (AISI), Inggris (BS), dan Jerman (DIN)
Baja karbon konstruksi mesin	S25C	AISI 1025, BS060A25
	S30C	AISI 1030, BS060A30
	S35C	AISI 1035, BS060A35, DIN C35
	S40C	AISI 1040, BS060A40
	S45C	AISI 1045, BS060A45, DIN C45, CK45
	S50C	AISI 1050, BS060A50, DIN St 50.11
	S55C	AISI 1055, BS060A55
Baja tempa	SF 40,45 50,55	ASTM A105-73
Baja nikel khrom	SNC SNC22	BS 653M31 BS En36
Baja nikel khrom molibden	SNCM 1	AISI 4337
	SNCM 2	BS830M31
	SNCM 7	AISI 8645, BS En100D
	SNCM 8	AISI 4340, BS817M40, 816M40
	SNCM22	AISI 4315
	SNCM23	AISI 4320, BS En325
	SNCM25	BS En39B
Baja khrom	SCr 3	AISI 5135, BS530A36
	SCr 4	AISI 5140, BS530A40
	SCr 5	AISI 5145
	SCr21	AISI 5115
	SCr22	AISI 5120
Baja khrom molibden	SCM2	AISI 4130, DIN 34CrMo4
	SCM3	AISI 4135, BS708A37, DIN34CrMo4
	SCM4	AISI 4140, BS708M40, DIN42CrMo4
	SCM5	AISI 4145, DIN50CrMo4

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

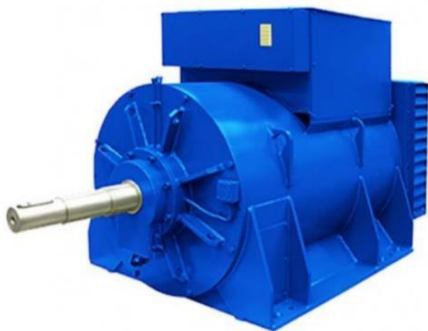
tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 1.2 Baja paduan untuk poros.

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)
Baja khrom nikel (JIS G 4102)	SNC 2	—	85
	SNC 3	—	95
	SNC21	Pengerasan kulit	80
	SNC22	"	100
Baja khrom nikel molibden (JIS G 4103)	SNCM 1	—	85
	SNCM 2	—	95
	SNCM 7	—	100
	SNCM 8	—	105
	SNCM22	Pengerasan kulit	90
	SNCM23	"	100
	SNCM25	"	120
Baja khrom (JIS G 4104)	SCr 3	—	90
	SCr 4	—	95
	SCr 5	—	100
	SCr21	Pengerasan kulit	80
	SCr22	"	85
Baja khrom molibden (JIS G 4105)	SCM 2	—	85
	SCM 3	—	95
	SCM 4	—	100
	SCM 5	—	105
	SCM21	Pengerasan kulit	85
	SCM22	"	95
	SCM23	"	100

Lampiran 4 Generator Terpilih

... / Generators / Alternators / Marelli Motori / Hydropower / MJT / Alternator Marelli Motori MJT 710 S20 (50 Hz)



Manufacturer:	Marelli Motori
Model:	MJT 710 S20 (50 Hz)
Weight:	10,500.00 kg
Dimensions (L x W x H):	2,500.00 x 1,540.00 x 1,480.00 mm
Pole number:	20
Phase number:	3
Prime Power 3 phase (kVA):	800
Frequency (Hz):	50
Overspeed (RPM):	300
Maximum Overspeed (RPM):	720
Voltage (V):	690
Power factor:	0.8
Number of wires:	6
Execution:	Brushless
AVR:	MGC II
Winding pitch:	2/3
Insulation class:	F
Protection class:	IP23
NDE Bearing type:	NU240-EC-M C3
DE Bearing type:	NU240-EC-M C3,SF6240-M C3
Altitude (m):	0-1000
Balancing:	ISO 10816-1,BS5000-3,IEC 60034-14

Lampiran 5 Auxiliary Load

No	Beban	Deskripsi	Jumlah	Daya Satuan (kW)	Subtotal Detail (kW)	Connected Load Total (kW)	Normal Operasi (kW)	MCB/MCCB Rating (Ampere)	Type of Starter	Keterangan	Category	Feeder Load
1	O.P.U Pump Motor-1	O.P.U Pump Motor-1	1	2.2	2.2	2.2	2.2	16	DOL	Duty	Critical	Critical Motor & Pump Load
2	O.P.U Pump Motor-2	O.P.U Pump Motor-2	1	2.2	2.2	2.2	0	16	DOL	Standby	Non-critical	Non-Critical Standby Pump
3	Generator Lubrication Oil Pump	Generator Lubrication Oil Pump	1	2.2	2.2	2.2	2.2	16	Local Panel	Pompa pelumas generator	Critical	Critical Motor & Pump Load
4	Generator Space Heater	Generator Space Heater	1	0.36	0.36	0.36	0.36	16	-	Resistive Load	Non-critical	Non-Critical Oil & Heater
5	Excitation Panel	Excitation Panel	1	1	1	1	1	16	-	Untuk AVR/eksitasi kontrol	Critical	Critical Control & DC
6	Battery Charger 110 V DC	Battery Charger 110 V DC	1	1	1	1	1	16	-	DC System	Critical	Critical Control & DC
7	Ventilation Fan / Exhaust Fan	Powerhouse / Turbine-Generator Hall x 2 unit	2	0.0655	0.131	1	1	16	DOL	Motor load	Critical	Critical HVAC & Ventilation
		MCC / LV Panel Room x 2 unit	2	0.0655	0.131						Critical	Critical HVAC & Ventilation
		Battery Charger / DC Room Exhaust x 2 unit	2	0.0655	0.131						Critical	Critical HVAC & Ventilation
		Oil / Compressor Room Ventilation x 2 unit	2	0.0655	0.131						Critical	Critical HVAC & Ventilation
		Cadangan	-	0.476	0.476						Critical	Critical HVAC & Ventilation

Hak Cipta:

- 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 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta:**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	Beban	Deskripsi	Jumlah	Daya Satuan (kW)	Subtotal Detail (kW)	Connected Load Total (kW)	Normal Operasi (kW)	MCB/MCCB Rating (Ampere)	Type of Starter	Keterangan	Category	Feeder Load
8	Power Socket	Power Socket	1 paket	1	1	1	1	16	-	Maintenance outlet	Non-critical	Non-Critical General Service
9	Service Bay	Service Bay	1 paket	3	3	3	3	32	-	General service	Non-critical	Non-Critical General Service
10	Power House Crane	Power House Crane	1	5	5	5	5	63	Local Panel	Crane feeder	Non-critical	Non-Critical General Service
11	Power House Lighting	Turbine-generator hall / high bay LED (10 unit)	10	0.15	1.5	2.9	2.9	16	-	Lighting	Non-critical	Non-Critical Lighting Load
		Area service/maintenance bay (4 unit)	4	0.1	0.4							Non-Critical Lighting Load
		Ruang panel/MCC/LV panel (8 unit)	8	0.04	0.32							Non-Critical Lighting Load
		CCR / control room (6 unit)	6	0.04	0.24							Non-Critical Lighting Load
		Office/operator room (4 unit)	4	0.04	0.16							Non-Critical Lighting Load
		Cadangan Lighting kecil	-	0.28	0.28							Non-Critical Lighting Load
		Emergency Lighting(10 unit)	10	0.01	0.1	0.1	0.1	16	-		Critical	Emergency Lighting Load
12	Drainage Pump-1	Drainage Pump-1	1	3.7	3.7	3.7	3.7	32	Local Panel	Duty	Critical	Critical Motor & Pump Load

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
- 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

No	Beban	Deskripsi	Jumlah	Daya Satuan (kW)	Subtotal Detail (kW)	Connected Load Total (kW)	Normal Operasi (kW)	MCB/MCCB Rating (Ampere)	Type of Starter	Keterangan	Category	Feeder Load
13	Drainage Pump-2	Drainage Pump-2	1	3.7	3.7	3.7	0	32	Local Panel	Standby	Non-critical	Non-Critical Standby Pump
14	Dewatering Pump-1	Dewatering Pump-1	1	3.7	3.7	3.7	3.7	16	Local Panel	Duty	Critical	Critical Motor & Pump Load
15	Dewatering Pump-2	Dewatering Pump-2	1	3.7	3.7	3.7	0	16	Local Panel	Standby	Non-critical	Non-Critical Standby Pump
16	Outdoor Lighting	LED lamp 100 Watt (x4 unit)	4	0.1	0.4	1	1	16	-	Lighting	Non-critical	Non-Critical Lighting Load
		LED lamp 50Watt (x12 unit)	12	0.05	0.6							Non-Critical Lighting Load
17	Air Conditioning System	Cassette CCR / Control Room (1,5 PK)	1	1.26	1.26	2.52	2.52	32	-	HVAC	Critical	Critical HVAC & Ventilation
		Cassette Panel / DDC / Relay Room (1,5 PK)	1	1.26	1.26							Critical HVAC & Ventilation
		AC Split Office / Operator Room (1 PK)	1	0.68	0.68	1.98	1.98	32			Non-critical	Non-Critical HVAC Load
		AC Split Battery Charger / DC Room (1 PK)	1	0.68	0.68							Non-Critical HVAC Load
		AC Split Tambahan (1/2 PK) x 2unit	2	0.31	0.62							Non-Critical HVAC Load
18	Control Supply	Control Supply	1 paket	0.2	0.2	0.2	0.2	16	-	Control panel	Critical	Critical Control & DC
19	Compressed Air System	Compressed Air System	1	2.2	2.2	2.2	2.2	16	DOL	Sistem udara tekan	Critical	Critical Motor & Pump Load



No	Beban	Deskripsi	Jumlah	Daya Satuan (kW)	Subtotal Detail (kW)	Connected Load Total (kW)	Normal Operasi (kW)	MCB/MCCB Rating (Ampere)	Type of Starter	Keterangan	Category	Feeder Load
20	Basic Oil System	Basic Oil System	1	0.37	0.37	0.37	0.37	16	DOL	Sistem oli	Non-critical	Non-Critical Oil & Heater
21	Oil Filtration Unit	Oil Filtration Unit	1	0.37	0.37	0.37	0.37	16	DOL	Unit filtrasi oli	Non-critical	Non-Critical Oil & Heater
22	Spares Feeder	Spare Feeder	-	5	5	5	0	32	-	Cadangan	Non-critical	Spare Feeder
TOTAL						50.4	35.8	-	-	-	-	-



Lampiran 6 Penghantar dan Sistem Proteksi Tegangan Rendah

Penentuan Kabel														Penentuan Proteksi				Cek Margin	
Jalur	Categori	Vb (kV)	Ib (Amper)	Ib design (Amper)	Jenis Kabel	Manufactory	Pemasangan	Nominal Voltage (kV)	Maximum Voltage (kV)	Luas Penampang (mm2)	KHA (Amper)	Cek	Kesimpulan	Jenis Proteksi	Rating (Amper)	Tipe Schneider	Cek	Marginal Kabel terhadap Arus Desain	Marginal Rating Proteksi terhadap Kabel
Trafo Auxiliary - Auxiliary Bus	Tegangan Rendah	0.4	144.34	180.42	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	95	245	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 95 mm² + PE	MCC B	200	EasyPact CVS250 F 4P 200A TM-D	MEMEN UHI	26.36%	18.37%
Auxiliary Bus - Critical Load Bus	Tegangan Rendah	0.4	33.66	42.08	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	16	80	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 16 mm² + PE	MCC B	50	EasyPact CVS100 B 4P 50A TM-D	MEMEN UHI	47.41%	37.50%
Emergency Diesel Generator - Critical Load Bus	Tegangan Rendah	0.4	47.63	59.54	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	16	80	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 16 mm² + PE	MCC B	63	EasyPact CVS100 B 4P 63A TM-D	MEMEN UHI	25.58%	21.25%
Critical Load Bus - Critical Control & DC	Tegangan Rendah	0.4	3.74	4.67	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	1.5	19	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 1,5 mm² + PE	MCB	6	Acti9 iC60N 4P 6A C Curve	MEMEN UHI	75.42%	68.42%

Hak Cipta:

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
- Dilarang mengutip hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan

3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

Penentuan Kabel														Penentuan Proteksi				Cek Margin	
Jalur	Categ ory	Vb (k V)	Ib (Ampe re)	Ib design (Ampe re)	Jeni s Kabel	Manufac ture	Pemas an	Nomi nal Volta ge (kV)	Maxim um Voltag e (kV)	Luas Penamp ang (mm2)	KHA (Ampe re)	Cek	Kesimp ulan	Jenis Prote ksi	Rating (Ampe re)	Tipe Schnei der	Cek	Margi n Kabel terha dap Arus Desai n	Margi n Ratin g Prote ksi terha dap Kabel
Critical Load Bus - Critical HVAC & Ventilation	Tegangan Rendah	0.4	5.98	7.47	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	2.5	26	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 2,5 mm ² + PE	MCB	10	Acti9 iC60N 4P 10A C Curve	MEMEN UHI	71.26%	61.54%
Critical Load Bus - Critical Motor & Pump Load	Tegangan Rendah	0.4	23.77	29.72	NY Y 3C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	6	43	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 3C × 6 mm ² + PE	MCC B	32	EasyPact CVS100 B 3P 32A TM-D	MEMEN UHI	30.89%	25.58%
Critical Load Bus - Emergency Lighting Load	Tegangan Rendah	0.4	0.17	0.21	NY Y 2C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	1.5	21	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 2C × 1,5 mm ² + PE	MCB	6	Acti9 iC60N 2P 6A C Curve	MEMEN UHI	98.99%	71.43%
Auxiliary Bus - Non-Critical General Service	Tegangan Rendah	0.4	15.28	19.10	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	6	43	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 6 mm ² + PE	MCB	25	Acti9 iC60N 4P 25A C Curve	MEMEN UHI	55.57%	41.86%

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
- 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

Penentuan Kabel														Penentuan Proteksi				Cek Margin	
Jalur	Categ ory	Vb (k V)	Ib (Ampe re)	Ib design (Ampe re)	Jeni s Kab el	Manufac ture	Pemas an	Nomi nal Volta ge (kV)	Maxim um Voltag e (kV)	Luas Penamp ang (mm2)	KHA (Ampe re)	Cek	Kesimp ulan	Jenis Prote ksi	Rating (Ampe re)	Tipe Schnei der	Cek	Margi n Kabel terha dap Arus Desai n	Margi n Ratin g Prote ksi terha dap Kabel
Auxilia ry Bus - Non- Critical HVAC Load	Tegang an Rendah	0.4	3.36	4.20	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	2.5	26	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 2,5 mm ² + PE	MCB	6	Acti9 iC60N 4P 6A C Curve	MEMEN UHI	83.84%	76.92%
Auxilia ry Bus - Non- Critical Lightin g Load	Tegang an Rendah	0.4	6.62	8.28	NY Y 2C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	1.5	21	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 2C × 1,5 mm ² + PE	MCB	10	Acti9 iC60N 2P 10A C Curve	MEMEN UHI	60.58%	52.38%
Auxilia ry Bus - Non- Critical Oil & Heater	Tegang an Rendah	0.4	1.87	2.33	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	1.5	19	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 1,5 mm ² + PE	MCB	6	Acti9 iC60N 4P 6A C Curve	MEMEN UHI	87.71%	68.42%
Auxilia ry Bus - Non- Critical Standby Pump	Tegang an Rendah	0.4	16.30	20.38	NY Y 3C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	4	34	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 3C × 4 mm ² + PE	MCB	25	Acti9 iC60N 3P 25A D Curve	MEMEN UHI	40.07%	26.47%
Auxilia ry Bus - Spare Feeder	Tegang an Rendah	0.4	8.49	10.61	NY Y 4C + PE	Jembo Cable	In Air at 30°C	0.6/1	1.2	6	43	MEMEN UHI	NY Y 0,6/1 kV (Um 1,2 kV) 4C × 6 mm ² + PE	MCB	16	Acti9 iC60N 4P 16A C Curve	MEMEN UHI	75.32%	62.79%

Lampiran 7 Penghantar dan Sistem Proteksi Tegangan Menengah

Penentuan Kabel														Penentuan Proteksi											
Jalur	Categ ory	V b (k V)	Ib (Amp ere)	Ib desig n (Amp ere)	Jeni s Kabel	Manufa cture	Pemasa ngan	Nom inal Volt age (kV)	Maxi mum Volta ge (kV)	Luas Penam pang (mm2)	KHA (Amp ere)	Cek	Kesim pulan	Jenis Prote ksi	CB Terp ilih	CT Terpili h	CT Ra tio	Relay	Pick up OC R Primer (A)	Picku p OCR Seku nder (A)	Pick up GF R Pri mer (A)	Picku p GFR Seku nder (A)	Pemer iksaan OCR	Ketera ngan	
teknik Negeri Jakarta	Gener ator Gener ator Bus	Tegan gan Mene ngah	3	136.6 4	170.8 0	N2X SY 3 × 1C	Jembo Cable	Trefoil in air at 30°C	3.6/6	7.2	35	194	MEME NUHI	N2XSY 3,6/6 kV (Um 7,2 kV) 3 × 1C × 35 mm ²	CB + CT + OCR/ GFR	Easy Pact EXE VCB 12 kV, 630 A, 25 kA	MV Indoor Current Transfo rmer up to 40.5 kV	20 0 / 5 A	Schnei der Power Logic P3U REL52 002, 3CT 11o 4VT 16DI 8DO, 48–230 V, DI220, RS485	180	4.5	20	0.5	170,80 ≤ 180 ≤ 194	Memen uhi
Gener ator Bus - Trafo Step- Up	Tegan gan Mene ngah	3	136.6 4	170.8 0	N2X SY 3 × 1C	Jembo Cable	Trefoil in air at 30°C	3.6/6	7.2	35	194	MEME NUHI	N2XSY 3,6/6 kV (Um 7,2 kV) 3 × 1C × 35 mm ²	CB + CT + OCR/ GFR	Easy Pact EXE VCB 12 kV, 630 A, 25 kA	MV Indoor Current Transfo rmer up to 40.5 kV	20 0 / 5 A	Schnei der Power Logic P3U REL52 002, 3CT 11o 4VT 16DI 8DO, 48–230 V, DI220, RS485	180	4.5	20	0.5	170,80 ≤ 180 ≤ 194	Memen uhi	

- Hak Cipta:**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penentuan Kabel														Penentuan Proteksi											
Jalur	Categ ory	V b (k V)	Ib (Amp ere)	Ib desig n (Amp ere)	Jeni s Kab el	Manufa cture	Pemasa ngan	Nom inal Volt age (kV)	Maxi mum Volta ge (kV)	Luas Penam pang (mm2)	KHA (Amp ere)	Cek	Kesim pulan	Jenis Prote ksi	CB Terp ilih	CT Terpili h	CT Ra tio	Relay	Pick up OC R P rimer (A)	Picku p OCR Seku nder (A)	Pick up GF R P rimer (A)	Picku p GFR Seku nder (A)	Pemer iksaan OCR	Ketera ngan	
Politeknik Negeri Surabaya																			DI220, RS485						
	Tranfo Step Up Main Bus 20 kV	Tegan gan Mene ngah	20	23.09	28.87	N2X SY 3 × 1C	Jembo Cable	Trefoil in air at 30°C	12/20	24.0	35	199	MEME NUHI	N2XSY 12/20 kV (Um 24 kV) 3 × 1C × 35 mm ²	CB + CT + OCR/ GFR	MCS et 24 kV, up to 1250 A, up to 31,5 kA	MV Indoor Current Transfo rmer up to 40.5 kV	50 / 5 A	Schnei der Power Logic P3U REL52 002, 3CT 1I o 4VT 16DI 8DO, 48–230 V, DI220, RS485	30	3.0	5	0.5	28,87 ≤ 30 ≤ 199	Memenu hi
Main Bus 20 kV - Grid PLN 20 kV	Tegan gan Mene ngah	20	23.09	28.87	N2X SY 3 × 1C	Jembo Cable	Trefoil in air at 30°C	12/20	24.0	35	199	MEME NUHI	N2XSY 12/20 kV (Um 24 kV) 3 × 1C × 35 mm ²	CB + CT + OCR/ GFR	MCS et 24 kV, up to 1250 A, up to 31,5 kA	MV Indoor Current Transfo rmer up to 40.5 kV	50 / 5 A	Schnei der Power Logic P3U REL52 002, 3CT 1I o 4VT 16DI 8DO, 48–230 V, DI220, RS485	30	3.0	5	0.5	28,87 ≤ 30 ≤ 199	Memenu hi	

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 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

Penentuan Kabel														Penentuan Proteksi										
Jalur	Categ ory	V b (k V)	Ib (Amp ere)	Ib desig n (Amp ere)	Jeni s Kab el	Manufa cture	Pemasa ngan	Nom inal Volt age (kV)	Maxi mum Volta ge (kV)	Luas Penam pang (mm2)	KHA (Amp ere)	Cek	Kesim pulan	Jenis Prote ksi	CB Terp ilih	CT Terpili h	CT Ra tio	Relay	Pick up OC R Pri mer (A)	Picku p OCR Seku nder (A)	Pick up GF R Pri mer (A)	Picku p GFR Seku nder (A)	Pemeri ksaan OCR	Ketera ngan
Politeknik Negeri Jakarta																		DI220, RS485						
	Main Bus 20 kV - Trafo Auxiliary	Tegangan Mene ngah	20	2.89	3.61	N2XSY 3 × 1C	Jembo Cable	Trefoil in air at 30°C	12/20	24.0	35	199	MEME NUHI	N2XSY 12/20 kV (Um 24 kV) 3 × 1C × 35 mm²	CB + CT + OCR/ GFR	MCS et 24 kV, up to 1250 A, up to 31,5 kA	MV Indoor Current Transformer up to 40.5 kV	25 / 5 A	Schneider Power Logic P3U REL52 002, 3CT 1Io 4VT 16DI 8DO, 48–230 V, DI220, RS485	4	0.8	2.5	0.5	3,61 ≤ 4 ≤ 199

Lampiran 8 Katalog N2XSY 3,6/6 kV Jembo Cable

Nominal Voltage : 3,6/6 kV
Maximum System Voltage : 7.2 kV
Specification : SPLN 43-5-3
Other specifications are available on request

COPPER CONDUCTOR

Nominal Cross Sectional Area			mm²	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
Conductor	Approx. Diameter		mm	5.8	6.9	8.0	9.6	11.3	12.7	14.1	15.8	18.1	20.3	22.9	26.0	29.6
	Max. DC Resistance at 20°C		Ohm/km	0.727	0.524	0.387	0.268	0.193	0.153	0.124	0.0991	0.0754	0.0601	0.0470	0.0366	0.0283
Insulation	Nominal Thickness		mm	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.8	3.0	3.2	3.2
	Min. Resistance at 20°C		M. Ohm.km	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Sheath	Nominal Thickness		mm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1
Overall Diameter Approx.			mm	23.2	24.2	25.3	26.9	28.6	30.0	31.4	33.1	35.6	38.2	42.6	46.1	49.9
Cable Net. Weight Approx.			kg/km	772	882	1019	1242	1515	1767	2125	2488	3059	3671	4608	5672	7058
Standard Length per Reel			m	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500	500	500
Minimum Bending Radius			mm	418	436	455	484	515	540	565	596	641	688	767	830	898
Capacitance at 50 Hz			µF/km	0.093	0.101	0.111	0.124	0.138	0.149	0.160	0.173	0.189	0.202	0.206	0.223	0.244
Inductance at 50 Hz			mH/km	0.428	0.403	0.380	0.356	0.335	0.321	0.309	0.297	0.284	0.276	0.273	0.264	0.254
Max. Current Carrying Capacity		In Air at 30°C	A	161	194	233	291	353	406	459	526	620	728	814	920	1006
		In Ground at 30°C	A	150	179	210	257	307	348	388	438	506	568	637	717	779
		In Air at 30°C	A	190	230	276	344	417	480	536	611	715	810	900	1005	1087
		In Ground at 30°C	A	171	203	238	290	343	387	422	472	539	601	648	774	818
Short Circuit Current at 1 sec			kA	3.41	4.73	6.41	9.25	12.85	16.21	20.00	25.03	32.89	41.27	52.77	67.76	87.64
AC Voltage Test			kV/5min	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

Lampiran 9 Katalog N2XSY 12/20 kV Jembo Cable

Nominal Voltage : 12/20 kV
Maximum System Voltage : 24 kV
Specification : SPLN 43-5-3
Other specifications are available on request

COPPER CONDUCTOR

Nominal Cross Sectional Area			mm²	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
Conductor	Approx. Diameter		mm	6.9	8.0	9.6	11.3	12.7	14.1	15.8	18.1	20.3	22.9	26.0
	Max. DC Resistance at 20°C		Ohm/km	0.524	0.387	0.268	0.193	0.153	0.124	0.0991	0.0754	0.0601	0.047	0.0366
Insulation	Nominal Thickness		mm	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	Min. Resistance at 20°C		M. Ohm.km	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Sheath	Nominal Thickness		mm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Overall Diameter Approx.			mm	30.2	31.3	32.9	34.6	36.0	37.4	39.1	41.4	43.6	47.6	50.7
Cable Net. Weight Approx.			kg/km	1128	1274	1511	1800	2063	2434	2812	3392	4000	4934	5993
Standard Length per Reel			m	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500	500	500	300
Minimum Bending Radius			mm	544	563	592	623	648	673	704	745	785	857	913
Capacitance at 50 Hz			µF/km	0.086	0.094	0.104	0.114	0.123	0.131	0.141	0.154	0.167	0.175	0.191
Inductance at 50 Hz			mH/km	0.448	0.423	0.396	0.373	0.357	0.344	0.331	0.315	0.302	0.295	0.283
Max. Current Carrying Capacity		In Air at 30°C	A	199	238	296	358	412	466	532	627	715	819	927
		In Ground at 30°C	A	181	214	262	312	353	394	445	513	577	647	720
		In Air at 30°C	A	233	279	347	420	483	540	614	718	813	904	1011
		In Ground at 30°C	A	205	240	292	347	391	427	478	546	608	659	776
Short Circuit Current at 1 sec			kA	4.73	6.41	9.25	12.85	16.21	20.00	25.03	32.89	41.27	52.77	67.76
AC Voltage Test			kV/5min	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42

Lampiran 10 Katalog NYY 0,6/1 kV 2-core Jembo Cable

TWIN - CORES NON ARMoured CABLED

(COPPER CONDUCTOR, PVC INSULATED AND SHEATHED)

Type of Cable : NYY
Rated Voltage : 0.6/1 kV

Specification : SPLN 43-1 : 1994
SNI 04-2701 : 1999
IEC 60502
(other specifications are available on request)

CONSTRUCTION

No. of Core	Size	Conductor		Wall Thickness		Approx Overall Diameter	Approx Net. Weight	Standard Length	Packing
		Construction	No. of Wire	Insulation	Sheath				
-	mm ²	-	-	mm	mm	mm	Kg/Km	m	-
2	1.5	re/1m	1/7	0.8	1.8	11.4	170	100	Coil
2	2.5	re/1m	1/7	0.9	1.8	12.5	216	100	Coil
2	4	re/1m	1/7	1.0	1.8	13.8	280	100	Coil
2	6	re/1m	1	1.0	1.8	14.8	341	100	Coil
2	10	re/1m	1	1.0	1.8	16.4	451	100	Coil
2	16	rm	7	1.0	1.8	19.4	669	1000	Coil
2	25	rm	7	1.2	2.0	23.9	1033	1000	Drum
2	35	rm	7	1.2	2.0	30.0	1310	1000	Drum
2	50	rm/sm	19	1.4	2.0	30.0	1748	1000	Drum
2	70	rm/sm	19	1.4	2.2	32.9	2232	1000	Drum
2	95	rm/sm	19	1.6	2.2	37.9	2982	500	Drum
2	120	rm/sm	37	1.6	2.2	41.1	3565	500	Drum
2	150	rm/sm	37	1.8	2.6	45.9	4538	500	Drum

CHARACTERISTICS

No. of Core	Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity at 30°C		Short Circuit Current at 1 sec.	AC Voltage Test
		Conductor	Insulation	In Ground	In Air		
-	mm ²	Ohm / km	M. Ohm. km	Amper	Amper	KA	KV / 5 min
2	1.5	12.1	50	27	21	0.17	3.5
2	2.5	7.41	50	36	29	0.29	3.5
2	4	4.61	50	47	38	0.46	3.5
2	6	3.08	40	59	48	0.70	3.5
2	10	1.83	30	78	66	1.16	3.5
2	16	1.15	30	102	90	1.86	3.5
2	25	0.727	30	134	120	2.90	3.5
2	35	0.524	20	160	150	4.06	3.5
2	50	0.387	20	187	180	5.80	3.5
2	70	0.268	20	230	230	8.12	3.5
2	95	0.193	20	280	275	11.02	3.5
2	120	0.163	20	320	320	13.92	3.5
2	150	0.124	20	355	375	17.40	3.5

Note* : If site condition are different ratings should be multiplied by rating factors as show in table page 78-83

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

Lampiran 11 Katalog NYY 0,6/1 kV 3-core Jembo Cable

THREE - CORES NON ARMoured CABLED

(COPPER CONDUCTOR, PVC INSULATED AND SHEATHED)

Type of Cable : NYY
Rated Voltage : 0.6/1 kV

Specification : SPLN 43-1 : 1994
SNI 04-2701 : 1999
IEC 60502
(other specifications are available on request)

CONSTRUCTION

No. of Core	Size	Conductor		Wall Thickness		Approx Overall Diameter	Approx Net. Weight	Standard Length	Packing
		Construction	No. of Wire	Insulation	Sheath				
-	mm ²	-	-	mm	mm	mm	Kg/Km	m	-
3	1.5	re/tm	1/7	0.8	1.8	11.8	192	100	Coil
3	2.5	re/tm	1/7	0.9	1.8	13.0	251	100	Coil
3	4	re/tm	1/7	1.0	1.8	14.5	330	100	Coil
3	6	re/tm	1	1.0	1.8	15.6	413	100	Coil
3	10	re/tm	1	1.0	1.8	17.3	563	100	Coil
3	16	rm	7	1.0	1.8	21.3	882	1000	Drum
3	25	rm	7	1.2	2.0	25.3	1302	1000	Drum
3	35	rm	7	1.2	2.0	27.9	1670	1000	Drum
3	50	sm	19	1.4	2.0	27.9	1945	1000	Drum
3	70	sm	19	1.4	2.0	31.2	2613	500	Drum
3	95	sm	19	1.6	2.2	35.7	3467	500	Drum
3	120	sm	37	1.6	2.2	38.3	4217	500	Drum
3	150	sm	37	1.8	2.6	42.3	5234	300	Drum
3	185	sm	37	2.0	2.6	46.9	6478	300	Drum
3	240	sm	61	2.2	2.6	51.7	9102	250	Drum
3	300	sm	61	2.4	3.0	56.2	10020	250	Drum

CHARACTERISTICS

No. of Core	Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity at 30°C		Short Circuit Current at 1 sec.	AC Voltage Test
		Conductor	Insulation	In Ground	In Air		
-	mm ²	Ohm / km	M.Ohm.km	Amper	Amper	KA	KV / 5 min
3	1.5	12.1	50	24	19	0.17	3.5
3	2.5	7.41	50	32	26	0.29	3.5
3	4	4.61	50	42	34	0.46	3.5
3	6	3.08	40	53	43	0.70	3.5
3	10	1.83	30	69	59	1.16	3.5
3	16	1.15	30	91	80	1.86	3.5
3	25	0.727	30	119	107	2.90	3.5
3	35	0.524	20	142	134	4.06	3.5
3	50	0.387	20	166	160	5.80	3.5
3	70	0.268	20	205	205	8.12	3.5
3	95	0.193	20	249	245	11.02	3.5
3	120	0.153	20	285	285	13.92	3.5
3	150	0.124	20	316	325	17.40	3.5
3	185	0.0991	20	355	370	21.51	3.5
3	240	0.0754	20	415	435	27.91	3.5
3	300	0.0601	20	465	500	34.88	3.5

Note* : If site condition are different ratings should be multiplied by rating factors as show in table page 78-83

- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 12 Katalog NYY 0,6/1 kV 3-core Jembo Cable

FOUR - CORES NON ARMoured CABLED

(COPPER CONDUCTOR, PVC INSULATED AND SHEATHED)

Type of Cable : NYY
Rated Voltage : 0.6/1 kV

Specification : SPLN 43-1 : 1994
SNI 04-2701 : 1999
IEC 60502
(other specifications are available on request)

CONSTRUCTION

No. of Core	Size	Conductor		Wall Thickness		Approx Overall Diameter	Approx Net. Weight	Standard Length	Packing
		Construction	No. of Wire	Insulation	Sheath				
-	mm ²	-	-	mm	mm	mm	Kg/Km	m	-
4	1.5	1e/1m	1/7	0.8	1.8	12.5	225	100	Coil
4	2.5	1e/1m	1/7	0.9	1.8	14.0	299	100	Coil
4	4	1e/1m	1/7	1.0	1.8	15.7	399	100	Coil
4	6	1e/1m	1	1.0	1.8	16.9	503	100	Coil
4	10	1e/1m	1	1.0	1.8	18.7	697	1000	Drum
4	16	1m	7	1.0	1.8	23.6	1117	1000	Drum
4	25	1m	7	1.2	2.0	27.6	1625	1000	Drum
4	35	1m	7	1.2	2.0	30.6	2096	1000	Drum
4	50	1sm	19	1.4	2.0	30.6	2388	1000	Drum
4	70	1sm	19	1.4	2.2	33.8	3205	500	Drum
4	95	1sm	19	1.6	2.2	39.0	4225	500	Drum
4	120	1sm	37	1.6	2.2	42.2	5264	500	Drum
4	150	1sm	37	1.8	2.6	47.1	5526	300	Drum
4	185	1sm	37	2.0	2.6	51.7	8033	300	Drum
4	240	1sm	61	2.2	3.0	57.5	10633	250	Drum
4	300	1sm	61	2.4	3.4	65.9	13343	200	Drum

CHARACTERISTICS

No. of Core	Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity at 30°C		Short Circuit Current at 1 sec.	AC Voltage Test
		Conductor	Insulation	In Ground	In Air		
-	mm ²	Ohm / km	M.Ohm.km	Amper	Amper	KA	KV / 5 min
4	1.5	12.1	50	24	19	0.17	3.5
4	2.5	7.41	50	32	26	0.29	3.5
4	4	4.61	50	42	34	0.46	3.5
4	6	3.08	40	53	43	0.70	3.5
4	10	1.83	30	69	59	1.16	3.5
4	16	1.15	30	91	80	1.86	3.5
4	25	0.727	30	119	107	2.90	3.5
4	35	0.524	20	142	134	4.06	3.5
4	50	0.387	20	166	160	5.80	3.5
4	70	0.268	20	205	205	8.12	3.5
4	95	0.193	20	249	245	11.02	3.5
4	120	0.153	20	285	285	13.92	3.5
4	150	0.124	20	316	334	17.40	3.5
4	185	0.0991	20	355	370	21.51	3.5
4	240	0.0754	20	415	435	27.91	3.5
4	300	0.0601	20	465	500	34.88	3.5

Note* : If site condition are different ratings should be multiplied by rating factors as show in table page 78-83

- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 13 Katalog EasyPact CVS250F 4P 200A

Product datasheet

Specifications



circuit breaker, EasyPact CVS250F, 36kA at 415VAC, 4P4d, 200A, TM-D trip unit

LV525352

Main

Range	EasyPact
Range of product	EasyPact CVS100...250
Product name	EasyPact CVS
Device short name	CVS250F
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Poles description	4P
Protected poles description	4D
Earth leakage protection (Vigi add on)	Without
[In] rated current	200 A at 40 °C
Network type	AC
Utilisation category	Category A
[Icu] Breaking capacity	36 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 36 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 70 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit rating	200 A at 40 °C
Protection type	Short-circuit protection (magnetic) Overload protection (thermal)

Complementary

[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to EN/IEC 60947-2
Network frequency	50/60 Hz
Breaking capacity code	F
[Icu] rated service breaking capacity	18 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 36 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 70 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Neutral position	Left
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles 415 V in conforming to IEC 60947-2
Control type	Toggle
Thermal protection adjustment range	140...200 A
Neutral protection setting	1 x Ir (4D)

19 Jul 2026

Schneider
Electric

Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable
Long time pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment type II	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment range	2000 A
Contact position indicator	Yes
Mounting support	Backplate
Mounting mode	Fixed
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Connections - terminals	Screw connection
Connection pitch	35 mm
Compatibility code	CVS250
Width	140 mm
Depth	86 mm
Height	161 mm
Product weight	2.2 kg

Environment

Standards	IEC 60947-2 EN 60947-2
Product certifications	GOST IEC
Electrical shock protection class	Class II
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1
IP degree of protection	IP40
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

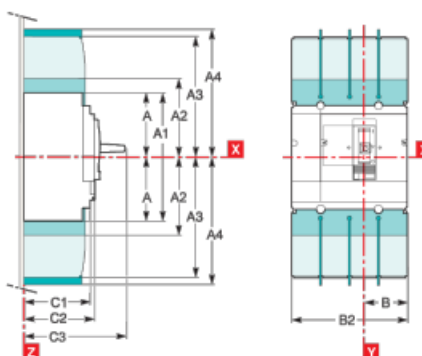
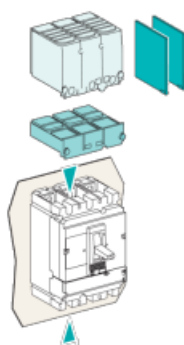
Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	14.000 cm
Package 1 Width	15.000 cm
Package 1 Length	19.000 cm
Package 1 Weight	2.890 kg
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	6
Package 2 Height	30.000 cm
Package 2 Width	30.000 cm
Package 2 Length	40.000 cm

Product datasheet

LV525352

Dimensions Drawings



Type	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B	B1	B2	C1	C2	C3	E1
CVS100/160/250	80.5	161	94	145	178.5	155.5	236	169	220	253.5	52.5	105	140	81	99	111 ¹⁾	62.5
CVS400/630	127.5	255	143.5	200	237	227.5	355	242.5	350	357	70	140	185	65.5	110	158	100
Type	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	F1	F2	F3	G1	G2	G3	G4	G5	G7	U
CVS100/160/250	125	70	840	137.5	200	145	215	35	17.5	70	95	75	13.5	23	17.5	24	y32
CVS400/630	200	113.5	227	200	300	213.5	327	45	22.5	90	-	-	-	-	-	32	y35

(1) C2=126mm for EasyPact CVS250BF

Lampiran 14 Katalog EasyPact CVS100B 4P 50A

Product datasheet

Specifications



circuit breaker EasyPact CVS100B,
25kA at 415VAC, 50A rating thermal
magnetic TM-D trip unit, 4P 4d

LV510324

Main

Range	EasyPact
Range of product	EasyPact CVS100...250
Product name	EasyPact CVS
Device short name	CVS100B
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Poles description	4P
Protected poles description	4D
Earth leakage protection (Vigi add on)	Without
[In] rated current	50 A at 40 °C
Network type	AC
Utilisation category	Category A
[Icu] Breaking capacity	40 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit rating	50 A at 40 °C
Protection type	Overload protection (thermal) Short-circuit protection (magnetic)

Complementary

[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to EN/IEC 60947-2
Network frequency	50/60 Hz
Breaking capacity code	B
[Ics] rated service breaking capacity	15 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Neutral position	Left
Mechanical durability	30000 cycles
Electrical durability	12000 cycles 415 V In conforming to IEC 60947-2
Control type	Toggle
Thermal protection adjustment range	35...50 A
Neutral protection setting	1 x Ir (4D)

Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable
Long time pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment type II	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment range	500 A
Contact position indicator	Yes
Mounting support	Backplate
Mounting mode	Fixed
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Connections - terminals	Screw connection
Connection pitch	35 mm
Compatibility code	CVS100
Width	140 mm
Depth	86 mm
Height	161 mm
Product weight	1.9 kg

Environment

Standards	EN 60947-2 IEC 60947-2
Product certifications	IEC GOST
Electrical shock protection class	Class II
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1
IP degree of protection	IP40
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	13.600 cm
Package 1 Width	14.700 cm
Package 1 Length	19.100 cm
Package 1 Weight	2.174 kg
Unit Type of Package 2	S04
Number of Units in Package 2	9
Package 2 Height	30.000 cm
Package 2 Width	40.000 cm
Package 2 Length	60.000 cm

19 Jul 2020

Schneider
Electric

1

2

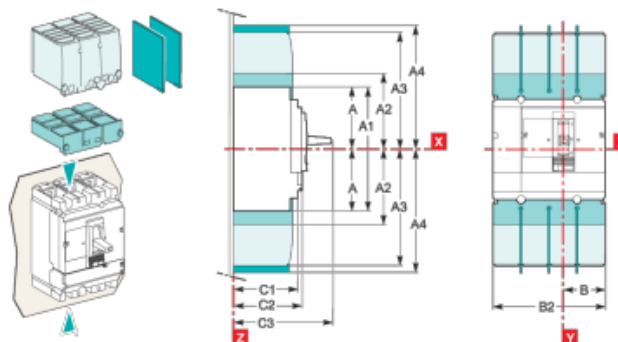
Schneider
Electric

19 Jul 2020

Product datasheet

LV510324

Dimensions Drawings



Type	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B	B1	B2	C1	C2	C3	E1
CVS100160G250	85.5	161	94	140	178.5	155.5	230	199	220	253.5	52.5	125	143	81	86	111 ⁹⁹	62.5
CVS430B30	127.5	255	142.5	200	237	227.5	305	242.5	300	337	70	140	164	86.5	110	199	100
Type	B3	B4	B5	B6	B7	B8	F1	F2	F3	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	U
CVS100160G250	125	70	540	137.5	250	145	215	35	17.5	70	85	75	13.5	23	17.5	24	y32
CVS430B30	250	113.5	227	250	350	213.5	327	45	22.5	90	-	-	-	-	-	32	y35

(2) C3=125mm for EasyPact CVS250B-F

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 15 Katalog EasyPact CVS100B 4P 63A

Product datasheet

Specifications



circuit breaker EasyPact CVS100B,
25kA at 415VAC, 63A rating thermal
magnetic TM-D trip unit, 4P 4d

LV510325

Main

Range	EasyPact
Range of product	EasyPact CVS100...250
Product name	EasyPact CVS
Device short name	CVS100B
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Poles description	4P
Protected poles description	4D
Earth leakage protection (Vigi add on)	Without
(In) rated current	63 A at 40 °C
Network type	AC
Utilisation category	Category A
(Icu) Breaking capacity	40 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit rating	63 A at 40 °C
Protection type	Short-circuit protection (magnetic) Overload protection (thermal)

Complementary

(Uimp) rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to ENIEC 60947-2
Network frequency	50/60 Hz
Breaking capacity code	B
(Ics) rated service breaking capacity	15 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Neutral position	Left
Mechanical durability	30000 cycles
Electrical durability	12000 cycles 415 V in conforming to IEC 60947-2
Control type	Toggle
Thermal protection adjustment range	44.1... 63 A
Neutral protection setting	1 x Ir (4D)

19 Jul 2026

Schneider

1

Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable
Long time pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment type II	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment range	500 A
Contact position indicator	Yes
Mounting support	Backplate
Mounting mode	Fixed
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Connections - terminals	Screw connection
Connection pitch	35 mm
Compatibility code	CVS100
Width	140 mm
Depth	86 mm
Height	161 mm
Product weight	1.9 kg

Environment

Standards	IEC 60947-2 EN 60947-2
Product certifications	IEC GOST
Electrical shock protection class	Class II
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1
IP degree of protection	IP40
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	13.800 cm
Package 1 Width	14.800 cm
Package 1 Length	19.000 cm
Package 1 Weight	2.276 kg
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	6
Package 2 Height	30.000 cm
Package 2 Width	30.000 cm
Package 2 Length	40.000 cm

19 Jul 2026

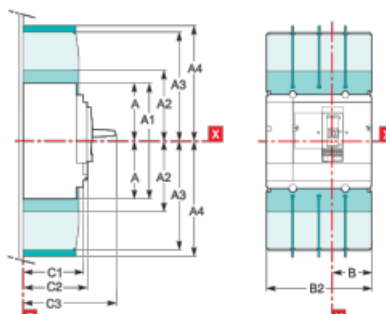
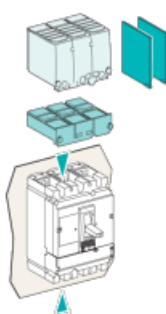
Schneider

2

Product datasheet

LV510325

Dimensions Drawings



Type	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B	B1	B2	C1	C2	C3	E1
CVS100/100/250	80.5	151	94	145	178.5	155.5	236	168	230	253.5	52.5	105	140	81	88	111	62.5
CVS400/630	127.5	255	142.5	250	237	227.5	355	242.5	330	357	70	140	185	95.5	110	158	130
Type	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	F1	F2	F3	G1	G2	G3	G4	G5	G7	U
CVS100/100/250	125	70	140	137.5	350	140	210	35	17.5	70	84	75	13.5	23	17.5	24	p 32
CVS400/630	200	113.5	227	250	350	213.5	327	45	22.5	90	-	-	-	-	-	32	p 35

(B) C3=128mm for EasyPact CVS200B/F

Lampiran 16 Katalog EasyPact CVS100B 3P 32A

Product datasheet

Specifications



EasyPact CVS - CVS100B TM32D circuit breaker - 3P/3d

LV510302

Main

Range	EasyPact
Range of product	EasyPact CVS100...250
Product name	EasyPact CVS
Device short name	CVS100B
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Poles description	3P
Protected poles description	3D
Earth leakage protection (Vigi add on)	Without
[In] rated current	32 A at 40 °C
Network type	AC
Utilisation category	Category A
[Icu] Breaking capacity	40 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit rating	32 A at 40 °C
Protection type	Overload protection (thermal) Short-circuit protection (magnetic)

Complementary

[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to EN/IEC 60947-2
Network frequency	50/60 Hz
Breaking capacity code	B
[Ics] rated service breaking capacity	15 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Mechanical durability	30000 cycles
Electrical durability	12000 cycles 415 V In conforming to IEC 60947-2
Control type	Toggle
Thermal protection adjustment range	22.4...32 A
Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable

Long time pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment type II	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment range	400 A
Contact position indicator	Yes
Mounting support	Backplate
Mounting mode	Fixed
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Connections - terminals	Screw connection
Connection pitch	35 mm
Compatibility code	CVS100
Width	105 mm
Depth	86 mm
Height	161 mm
Product weight	1.5 kg

Environment

Standards	IEC 60947-2 EN 60947-2
Product certifications	IEC GOST
Electrical shock protection class	Class II
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1
IP degree of protection	IP40
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	11.500 cm
Package 1 Width	14.000 cm
Package 1 Length	19.000 cm
Package 1 Weight	1.702 kg
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	8
Package 2 Height	30.000 cm
Package 2 Width	30.000 cm
Package 2 Length	40.000 cm
Package 2 Weight	14.036 kg

2

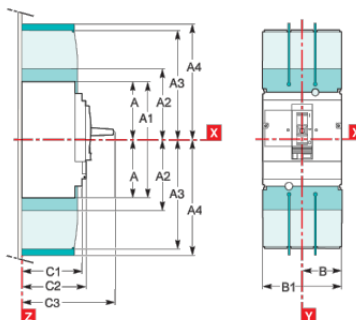
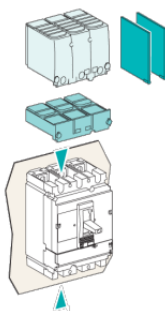
Schneider
Electric

18 Jul 2026

Product datasheet

LV510302

Dimensions Drawings



Type	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B	B1	B2	C1	C2	C3	E1
CVS100/180/250	80.5	161	94	145	178.5	155.5	236	189	220	253.5	52.5	105	140	81	88	111.9	62.5
CVS400/530	127.5	255	142.5	200	237	227.5	355	242.5	300	337	70	140	185	95.5	110	188	100
Type	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	F1	F2	F3	G1	G2	G3	G4	G5	G6	U
CVS100/180/250	125	70	140	137.5	200	140	215	35	17.5	70	66	75	13.5	23	17.5	24	y 32
CVS400/530	200	113.5	227	200	300	213.5	327	45	22.5	90	-	-	-	-	-	32	y 35

(2) C3=126mm for EasyPact CVS250B/F

Lampiran 17 Katalog Acti9 iC60N 2P 6A C Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



Miniature circuit breaker (MCB),
Acti9 iC60N, 2P, 6A, C curve,
6000A (IEC/EN 60898-1), 10kA
(IEC/EN 60947-2)

A9F77206

① Dihentikan

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	iC60N
Device application	Distribution
Poles description	2P
Number of protected poles	2
[In] rated current	6 A
Network type	DC AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Utilisation category	Category A conforming to ENIEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to ENIEC 60898-1 Yes conforming to ENIEC 60947-2
Standards	ENIEC 60947-2 ENIEC 60898-1
Quality labels	NF

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[Ue] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 125 V DC
Magnetic tripping limit	8 x In ± 20 %
Breaking capacity	36 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 125 V DC conforming to ENIEC 60947-2 6000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60898-1
[Ics] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 125 V DC conforming to ENIEC 60947-2

Limitation class	3 conforming to ENIEC 60898-1
[Ui] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to ENIEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signalling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	4
Height	85 mm
Width	36 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.25 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...25 mm², rigid, copper Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...16 mm², flexible, copper Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...16 mm², flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom), for 1.0 cable(s), flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (insulation class I) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to ENIEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7.500 cm

19 Jul 2026

Schneider

1

2

Schneider

19 Jul 2026

Package 1 Width	3.700 cm
Package 1 Length	9.500 cm
Package 1 Weight	216.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	6
Package 2 Height	8.200 cm
Package 2 Width	10.000 cm
Package 2 Length	22.500 cm
Package 2 Weight	1.356 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	66
Package 3 Height	30.000 cm
Package 3 Width	30.000 cm
Package 3 Length	40.000 cm
Package 3 Weight	15.520 kg

Contractual warranty

Warranty (in months) 18

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

Lampiran 18 Acti9 iC60N 2P 10A C Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



Miniature circuit breaker (MCB),
Acti9 iC60N, 2P, 10A, C curve,
6000A (IEC/EN 60898-1), 10kA
(IEC/EN 60947-2)

A9F79210

ⓘ Dihentikan

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	IC60N
Device application	Distribution
Poles description	2P
Number of protected poles	2
[In] rated current	10 A
Network type	AC DC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Utilisation category	Category A conforming to EN/IEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to EN/IEC 60898-1 Yes conforming to EN/IEC 60947-2
Standards	EN/IEC 60947-2 EN/IEC 60898-1

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[U _{pe}] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 125 V DC
Magnetic tripping limit	6 x In ± 20 %
Breaking capacity	36 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 125 V DC conforming to EN/IEC 60947-2 6000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60898-1
[Ics] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 125 V DC conforming to EN/IEC 60947-2
Limitation class	3 conforming to EN/IEC 60898-1

19 Jul 2026

Schneider

1

[U _i] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2
[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to EN/IEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signaling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	4
Height	85 mm
Width	36 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.25 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...25 mm ² , rigid, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm ² , flexible, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm ² , flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom) , for 1.0 cable(s) , flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (insulation class II) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to EN/IEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	3.800 cm
Package 1 Width	7.500 cm

2

Schneider

19 Jul 2026

Package 1 Length	9.500 cm
Package 1 Weight	214.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	6
Package 2 Height	8.800 cm
Package 2 Width	9.800 cm
Package 2 Length	22.000 cm
Package 2 Weight	1.341 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	66
Package 3 Height	30.000 cm
Package 3 Width	30.000 cm
Package 3 Length	40.000 cm
Package 3 Weight	15.257 kg

Contractual warranty

Warranty (in months)	18
----------------------	----

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 19 Katalog Acti9 iC60N 3P 25A D Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



Miniature circuit breaker (MCB),
Acti9 iC60N, 3P, 25A, D curve,
6000A (IEC/EN 60898-1), 10kA
(IEC/EN 60947-2)

A0F75325

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	IC60N
Device application	Distribution
Poles description	3P
Number of protected poles	3
[In] rated current	25 A
Network type	AC DC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	D
Utilisation category	Category A conforming to ENIEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to ENIEC 60898-1 Yes conforming to ENIEC 60947-2
Standards	ENIEC 60947-2 ENIEC 60898-1

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[Ue] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 180 V DC
Magnetic tripping limit	12 x In ± 20 %
Breaking capacity	38 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 180 V DC conforming to ENIEC 60947-2 6000 A Icu at 400 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60898-1
[Ics] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 180 V DC conforming to ENIEC 60947-2
Limitation class	3 conforming to ENIEC 60898-1
[Ui] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2

19 Jul 2026

Schneider

2

Schneider

19 Jul 2026

Package 1 Weight	344.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	4
Package 2 Height	8.000 cm
Package 2 Width	9.500 cm
Package 2 Length	22.500 cm
Package 2 Weight	1.435 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	44
Package 3 Height	30 cm
Package 3 Width	30 cm
Package 3 Length	40 cm
Package 3 Weight	16.444 kg

Contractual warranty

Warranty (in months)	18
----------------------	----

[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to ENIEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signalling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	6
Height	85 mm
Width	54 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.375 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...25 mm², rigid, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm², flexible, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm², flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom) , for 1.0 cable(s) , flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (insulation class II) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to ENIEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	5.500 cm
Package 1 Width	7.300 cm
Package 1 Length	9.400 cm

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 20 Katalog Acti9 iC60N 4P 6A C Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



Miniature circuit breaker (MCB),
Acti9 iC60N, 4P, 6A, C curve,
6000A (IEC/EN 60898-1), 10kA
(IEC/EN 60947-2)

AGF79408

Dihentikan

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	iC60N
Device application	Distribution
Poles description	4P
Number of protected poles	4
[In] rated current	6 A
Network type	DC AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Utilisation category	Category A conforming to ENIEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to ENIEC 60898-1 Yes conforming to ENIEC 60947-2
Standards	ENIEC 60947-2 ENIEC 60898-1

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[Ue] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 250 V DC
Magnetic tripping limit	8 x In ± 20 %
Breaking capacity	36 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2 6000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60898-1
[Ics] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2
Limitation class	3 conforming to ENIEC 60898-1

19 Jul 2026

Schneider

1

2

Schneider

19 Jul 2026

Package 1 Length	9.300 cm
Package 1 Weight	430.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	3
Package 2 Height	8.200 cm
Package 2 Width	10.200 cm
Package 2 Length	22.400 cm
Package 2 Weight	1.354 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	33
Package 3 Height	30.000 cm
Package 3 Width	30.000 cm
Package 3 Length	40.000 cm
Package 3 Weight	15.394 kg

Contractual warranty

Warranty (in months) 18

[U] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to ENIEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signalling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	8
Height	85 mm
Width	72 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.5 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...25 mm², rigid, copper Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...16 mm², flexible, copper Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...16 mm², flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom), for 1.0 cable(s), flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (insulation class II) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to ENIEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7.000 cm
Package 1 Width	7.300 cm

- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 21 Katalog Acti9 iC60N 4P 10A C Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



iC60N - miniature circuit breaker -
4P - 10A - C curve

ABF74110

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	iC60N
Device application	Distribution
Poles description	4P
Number of protected poles	4
[In] rated current	10 A
Network type	DC AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Utilisation category	Category A conforming to ENIEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to ENIEC 60958-1 Yes conforming to ENIEC 60947-2
Standards	ENIEC 60947-2 ENIEC 60958-1

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[Ue] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 250 V DC
Magnetic tripping limit	8 x In ± 20 %
Breaking capacity	36 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2 8000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60958-1
[Ics] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2
Limitation class	3 conforming to ENIEC 60958-1
[U] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2

19 Jul 2026

Schneider

1

Package 1 Weight	426.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	3
Package 2 Height	8.300 cm
Package 2 Width	10.200 cm
Package 2 Length	22.400 cm
Package 2 Weight	1.336 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	33
Package 3 Height	30.000 cm
Package 3 Width	30.000 cm
Package 3 Length	40.000 cm
Package 3 Weight	15.150 kg

Contractual warranty

Warranty (in months)	18
----------------------	----

[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to ENIEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signaling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	8
Height	85 mm
Width	72 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.5 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...25 mm ² , rigid, copper Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...16 mm ² , flexible, copper Single terminal (top or bottom), for 1 cable(s), 1...16 mm ² , flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom), for 1.0 cable(s), flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (Insulation class II) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to ENIEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7.100 cm
Package 1 Width	7.200 cm
Package 1 Length	9.200 cm

2

Schneider

19 Jul 2026

POLITEKNIK
GERI
KARTA

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 22 Katalog Acti9 iC60N 4P 16A C Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



Miniature circuit breaker (MCB),
Acti9 iC60N, 4P, 6A, C curve,
6000A (IEC/EN 60898-1), 10kA
(IEC/EN 60947-2)

A9F79408

ⓘ Dihentikan

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	IC60N
Device application	Distribution
Poles description	4P
Number of protected poles	4
[In] rated current	6 A
Network type	DC AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Utilisation category	Category A conforming to ENIEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to ENIEC 60898-1 Yes conforming to ENIEC 60947-2
Standards	ENIEC 60947-2 ENIEC 60898-1

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[U _e] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 250 V DC
Magnetic tripping limit	8 x I _n ± 20 %
Breaking capacity	36 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2 6000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60898-1
[I _{cs}] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2
Limitation class	3 conforming to ENIEC 60898-1

19 Jul 2026

Schneider

1

[U _i] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2
[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to ENIEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signalling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	8
Height	85 mm
Width	72 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.5 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...25 mm², rigid, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm², flexible, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm², flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom) , for 1.0 cable(s) , flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (insulation class II) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to ENIEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7.000 cm
Package 1 Width	7.300 cm

2

Schneider

19 Jul 2026

Package 1 Length	9.300 cm
Package 1 Weight	430.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	3
Package 2 Height	8.200 cm
Package 2 Width	10.200 cm
Package 2 Length	22.400 cm
Package 2 Weight	1.354 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	33
Package 3 Height	30.000 cm
Package 3 Width	30.000 cm
Package 3 Length	40.000 cm
Package 3 Weight	15.394 kg

Contractual warranty

Warranty (in months)	18
----------------------	----

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 23 Katalog Acti9 iC60N 4P 25A C Curve

Lembar data produk

Spesifikasi



Miniature circuit breaker (MCB),
Acti9 iC60N, 4P, 25A, C curve,
6000A (IEC/EN 60898-1), 10kA
(IEC/EN 60947-2)

AGF79425

ⓘ Dihentikan

Main

Range	Acti9
Product name	Acti9 iC60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	iC60N
Device application	Distribution
Poles description	4P
Number of protected poles	4
[In] rated current	25 A
Network type	DC AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Utilisation category	Category A conforming to ENIEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to ENIEC 60898-1 Yes conforming to ENIEC 60947-2
Standards	ENIEC 60947-2 ENIEC 60898-1

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[Ue] rated operational voltage	12...133 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 380...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz ≤ 250 V DC
Magnetic tripping limit	8 x In +/- 20 %
Breaking capacity	36 kA Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 20 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 6 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2 6000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60898-1
[Ics] rated service breaking capacity	27 kA 75 % x Icu at 12...133 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 15 kA 75 % x Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 7.5 kA 75 % x Icu at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 4.5 kA 75 % x Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2 10 kA 100 % x Icu at ≤ 250 V DC conforming to ENIEC 60947-2
Limitation class	3 conforming to ENIEC 60898-1

19 Jul 2026

Schneider

1

[Ui] rated insulation voltage	500 V AC 50/60 Hz conforming to ENIEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to ENIEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle
Local signalling	Trip indicator
Mounting mode	Clip-on Removable comb busbar installed
Mounting support	35 mm DIN rail
Comb busbar and distribution block compatibility	Top or bottom: YES
Connection pitch	18 mm between phases
9 mm pitches	8
Height	85 mm
Width	72 mm
Depth	78.5 mm
Product weight	0.5 kg
Colour	White
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...25 mm ² , rigid, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm ² , flexible, copper Single terminal (top or bottom) , for 1 cable(s) , 1...16 mm ² , flexible with ferrule, copper Single terminal (top or bottom) , for 1.0 cable(s) , flexible, copper or aluminium, with ring terminal and accessory
Wire stripping length	14 mm for top or bottom connection
Tightening torque	2 N.m top or bottom
Earth-leakage protection	Separate block

Environment

IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 in modular enclosure (Insulation class II) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to ENIEC 60947-2
Overvoltage category	IV
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60068-1
Relative humidity	95 % at 55 °C
Operating altitude	0...2000 m
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7.500 cm
Package 1 Width	7.000 cm

2

Schneider

19 Jul 2026

Package 1 Length	9.500 cm
Package 1 Weight	480.000 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	3
Package 2 Height	8.400 cm
Package 2 Width	10.000 cm
Package 2 Length	22.200 cm
Package 2 Weight	1.454 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	33
Package 3 Height	30.000 cm
Package 3 Width	30.000 cm
Package 3 Length	40.000 cm
Package 3 Weight	16.481 kg

Contractual warranty

Warranty (in months)	18
----------------------	----

POLITEKNIK
GERI
KARTA

- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 24 Katalog EasyPact EXE VCB 12 kV 630A 25kA

Product datasheet

Specifications



MV vacuum circuit breaker,
EasyPact EXE, basic function,
12kV, 630A, 25kA 3s, 145mm, IEC

EXE12505A1B

Main

Master range	Easy Series
Range of product	EasyPact
Product name	EasyPact EXE
Switching device	Circuit breaker
Breaking technology	Vacuum
Product or component type	Circuit breaker
Pole type	Open
Number of poles	3
Network type	AC
Type of installation	Indoor
Integration type	Fixed
Variant	Basic function
Standards	IEC 62271-100:2012
Rated voltage (Ur)	12 kV
Rated short-duration power frequency withstand voltage (Ud) / Common value	28 kV
Rated lightning impulse withstand voltage (U _{lp}) / Common value	75 kV
Rated frequency (fr)	50/60 Hz
Rated continuous current (Ir)	630 A
Rated short-circuit breaking current (Isc)	25 kA
Rated short-circuit making current	62.5 kA 50 Hz 65 kA 60 Hz
DC time constant (τ)	45 ms
DC component	30 %
Rated short-time withstand current (Ik)	25 kA
Rated duration of short-circuit (Sk)	3 s
Rated peak withstand current (Ip)	62.5 kA 50 Hz 65 kA 60 Hz
Rated first pole-to-clear factor (f _{pc})	1.5
Rated out-of-phase breaking current (Id)	7.85 kA
Rated line-charging breaking current (Il)	10 A

19 July 2025

Schneider
Electric

1

Rated cable-charging breaking current (Ic)	25 A
Rated single capacitor bank-breaking current (Icb)	400 A
Rated operating sequence	0 - 3 min - CO - 3 min - CO 0 - 0.3 s - CO - 3 min - CO 0 - 0.3 s - CO - 15 s - CO

Complementary

Auxiliary contact composition	4 NO + 4 NC
Operating time	< 50 ms opening time < 66 ms break-time < 71 ms closing time
Motor charging time	≤ 7 s
Classification for electrical endurance	E2
Number of operations at short-circuit breaking current	50
Classification for the connection to the network	S1
Classification for capacitive currents	C2
Number of mechanical operations	10000 operating cycles
Classification for number of mechanical operations	M2
Mass	90 kg
Height	527 mm
Width	470 mm
Depth	429 mm
Phase distance	145 mm
Clearance in air to earth	150 mm
Upper lower connection distance	270 mm

Environment

Product certifications	ASEFA
Ambient air temperature for operation	-25...40 °C
Ambient air temperature for storage	-25...55 °C
Humidity conditions	Average relative humidity over 1 month ≤ 90 % Average relative humidity over 24 h ≤ 95 %
Operating altitude	0...1000 m

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	73 cm
Package 1 Width	60 cm
Package 1 Length	80 cm
Package 1 Weight	64.769 kg

Contractual warranty

2

Schneider
Electric

19 July 2025

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 25 Katalog MCSet 24 kV 1250A 31,5kA

Product datasheet

Specifications



Primary Air Insulated Switchgear, MCSeT 24kV, incomer or feeder functional unit, 24 kV, up to 1250A, up to 31.5kA, width 800mm

PG9DY24/CF80

Main

Master range	SeT Series
Range of product	MCSeT
Product name	MCSeT 24 with EvoPacT
Device short name	IF
Functional unit	Incomer Feeder
Product or component type	Cubicle
Insulation technology	Air insulated switchgear
Number of phases	3
Network type	AC
Type of installation	Indoor
Busbar system	Single busbar
Switching device	Vacuum circuit breaker
Product compatibility	EvoPacT HVX
Standards	IEC 62271-200
Rated voltage (Ur)	24 kV
Rated short-duration power frequency withstand voltage (U _{ld}) / Common value	50 kV
Rated lightning impulse withstand voltage (U _{lp}) / Common value	125 kV
Rated frequency (fr)	50/60 Hz
Rated continuous current of busbars (Ir)	1250 A
Rated continuous current (Ir)	630 A 1250 A
Rated short-circuit breaking current (Isc)	25 kA 31.5 kA
Rated short-circuit making current	62.5 kA 50 Hz 65 kA 60 Hz 79 kA 50 Hz 82 kA 60 Hz
Rated short-time withstand current (Ik)	25 kA 31.5 kA
Rated duration of short-circuit (tk)	3 s
Rated peak withstand current (I _{pk})	62.5 kA 50 Hz 65 kA 60 Hz 79 kA 50 Hz 82 kA 60 Hz

19 Jul 2026

Schneider

1

Loss of service continuity category	LSC2B
Internal arc classification	AFL AFLR
Rated arc fault current (IA)	31.5 kA
Rated arc fault duration (IA)	1 s
Internal arc gas evacuation	Upwards inside the room Upwards outside the room
Partition class	PM

Complementary

Degree of protection provided by enclosures (IP code)	IP4X (enclosure) IPX1 (enclosure) IP2X (enclosure)
Degree of protection of enclosure against external mechanical impacts (IK code)	IK07
Instrument transformer	Current transformer Voltage transformer Surge arrester
Sensor type	TH110 thermal sensor CL110 environmental sensor PD100 partial discharges monitoring solution
Voltage presence type	VDS voltage detecting and indicating system
Protection relay	Easergy P3 Easergy P5 Easergy Sepam series 60 Easergy Sepam series 80
Arc fault detector	Easergy Vamp 125
Cable type	Single core Three core
Cable cross-section	630 mm ² single core 300 mm ² three core
Number of cables per phase	Up to 4
Mass	1020 kg
Height	2400 mm (cubicle) 3090 mm (tunnel with internal exhaust) 2860 mm (tunnel with external exhaust)
Width	800 mm
Depth	1860 mm (AFL/AFLR)

Environment

Product certifications	Seismic
Ambient air temperature for operation	-5...40 °C
Ambient air temperature for storage	-25...55 °C
Humidity conditions	Average relative humidity over 24 h <= 95 % Average relative humidity over 1 month <= 90 %
Operating altitude	<= 1000 m

Contractual warranty

Warranty (in months)	18
----------------------	----

19 Jul 2026

Schneider

2

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 26 Katalog PowerLogic P3U REL52002 Protection Relay

Product datasheet

Specifications



universal protection relay,
PowerLogic P3U 3CT 1Io 4VT 16DI
8DO 48-230V DI220 RS485

REL52002

Main

Range of product	PowerLogic P3
Product or component type	Protection relay
Relay application	Universal
product reference	P3U30-5AAA3BBAA
Mounting case size	30TE
power supply	48...230 V AC/DC
measuring inputs	: 1/5 A CT phase current 3 : 1/5 A CT residual current 1 : 100 V/110 V VT voltage 4
Number of sensors	0 temperature sensor(s) 0 arc sensor(s)
number of Digital Inputs (DI)	16
number of analogue inputs	0
number of Digital Outputs (DO)	1 watchdog 8
number of analogue outputs	0
type of temperature module connection	Copper cable external module Fiber optic cable external module
communication ports	USB port 1 front RS485 1 rear
communication protocols	IEC 60870-5-101 IEC 60870-5-103 DNP3 Modbus RTU DeviceNet SPABus
Cybersecurity	Port hardening Password protection

protection functions	Phase overcurrent 50/51 Directional phase overcurrent 67 Earth fault overcurrent 50N/51N Directional earth fault 67N Transient earth fault 67NI Capacitor bank unbalance 51C Broken conductor 46 0211 Cold load pick-up Switch ON to fault (SOTF) Breaker failure 50BF Directional active underpower 37P Fault locator 21FL Recloser 79 Phase undercurrent 37 Excessive starting time, locked rotor 48/51LR Motor restart inhibition 66 Capacitor overvoltage 59C Negative sequence overcurrent 46 Overvoltage 59 Undervoltage 27 Positive sequence undervoltage 27P Earth fault overvoltage 59H Underfrequency 81/81N Rate of change of frequency 81R Synchro-check 25 Lockout relay 86 CT supervision 60 VT supervision 60 H2 detection 68H2 H5 detection 68H5 Programmable stages 99 Programmable curve
Arc flash protection	No
measurement functions	Current 3-phase Current zero sequence Current positive sequence Current negative sequence Current ratio of negative and positive Voltage phase to earth Voltage phase to phase Voltage zero sequence Voltage positive sequence Voltage negative sequence Voltage ratio of negative and positive Short circuit fault reactance Fault location current Earth fault reactance Frequency Active power RMS active power Reactive power RMS reactive power Apparent power RMS apparent power Active energy Reactive energy Cos φ Tan φ Power angle Power factor Voltage phasor diagram view Current phasor diagram view Current 2nd, 15th harmonics with THD Voltage 2nd, 15th harmonics with THD Voltage interruption Condition monitoring CB wear
control functions	Switchgear control and monitoring Programmable switchgear interlocking Local control on single-line diagram Local control with I/O keys Local/remote control 2 function keys Mobile application with Easyway SmartApp Web-server Programmable logic

controllable switchgear devices	4 controlled + 8 displayed
number of setting groups	4
monitoring functions	Trip circuit supervision 74 Circuit breaker monitoring Relay self-monitoring
logs and records	Event recording Disturbance recording Tripping context
Switchgear diagnosis type	CT/VT supervision ANSI code: 60 CT supervision Trip circuit supervision ANSI code: TCS
Connections - terminals	Screw removable (digital input/output) Pin removable (current transformer) Pin removable (voltage transformer)

Complementary

Operating threshold	220...230 V AC/DC
Time synchronisation protocol	SNTP
Software name	EcoStruxor Power Device ESetup Easyway Pro
Web server	Embedded HTTP server
Display type	LCD 128 x 64 pixels with single line diagram
Number of key	2 customizable
Local signalling	4 LEDs 8 LEDs programmable
Standards	IEC
Height	169.5 mm
Width	170 mm
Depth	205 mm
Net weight	2.5 kg maximum

Environment

climatic withstand	Exposure to dry heat Bb tests conforming to ENIEC 60068-2-2 Exposure to cold Ad tests conforming to ENIEC 60068-2-1 Exposure to damp heat in service Db tests conforming to ENIEC 60068-2-30 Exposure to damp heat in service Cab tests conforming to ENIEC 60068-2-78
Mechanical robustness	Vibrations (level: class II) conforming to IEC 60255-21-1 Vibrations: Fc conforming to IEC 60068-2-6 Shocks (level: class II) conforming to IEC 60255-21-2 Shocks: Ea conforming to IEC 60068-2-27 Seismic tests method A (level: class II) conforming to IEC 60255-21-3 Bumps (level: class II) conforming to IEC 60255-21-2 Bumps: Ea conforming to IEC 60068-2-27

Electromagnetic compatibility	Emission tests conforming to IEC/EN 60255-26 ed. 3 Emission tests conforming to CISPR 11 Emission tests conforming to CISPR 22 EMC immunity conforming to IEC/EN 60255-26 ed. 3 EMC immunity conforming to ENIEC 61000-4-18 EMC immunity level 4 conforming to ENIEC 61000-4-2 EMC immunity level 3 conforming to ENIEC 61000-4-3 EMC immunity level 4 conforming to ENIEC 61000-4-5 EMC immunity level 3 conforming to ENIEC 61000-4-6 EMC immunity conforming to ENIEC 61000-4-8 EMC immunity level 5 conforming to ENIEC 61000-4-9 EMC immunity conforming to ENIEC 61000-4-20 EMC immunity conforming to ENIEC 61000-4-11 EMC immunity conforming to ENIEC 61000-4-17
Ambient air temperature for operation	-40...65 °C
Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
IP degree of protection	IP54 conforming to IEC 60529
maximum operating altitude	2000 m
Protective treatment	Conformal coating
Relative humidity	0...95 %, without condensation

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	24.000 cm
Package 1 Width	26.000 cm
Package 1 Length	31.000 cm
Package 1 Weight	3.268 kg

Contractual warranty

Warranty (in months)	24
----------------------	----

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

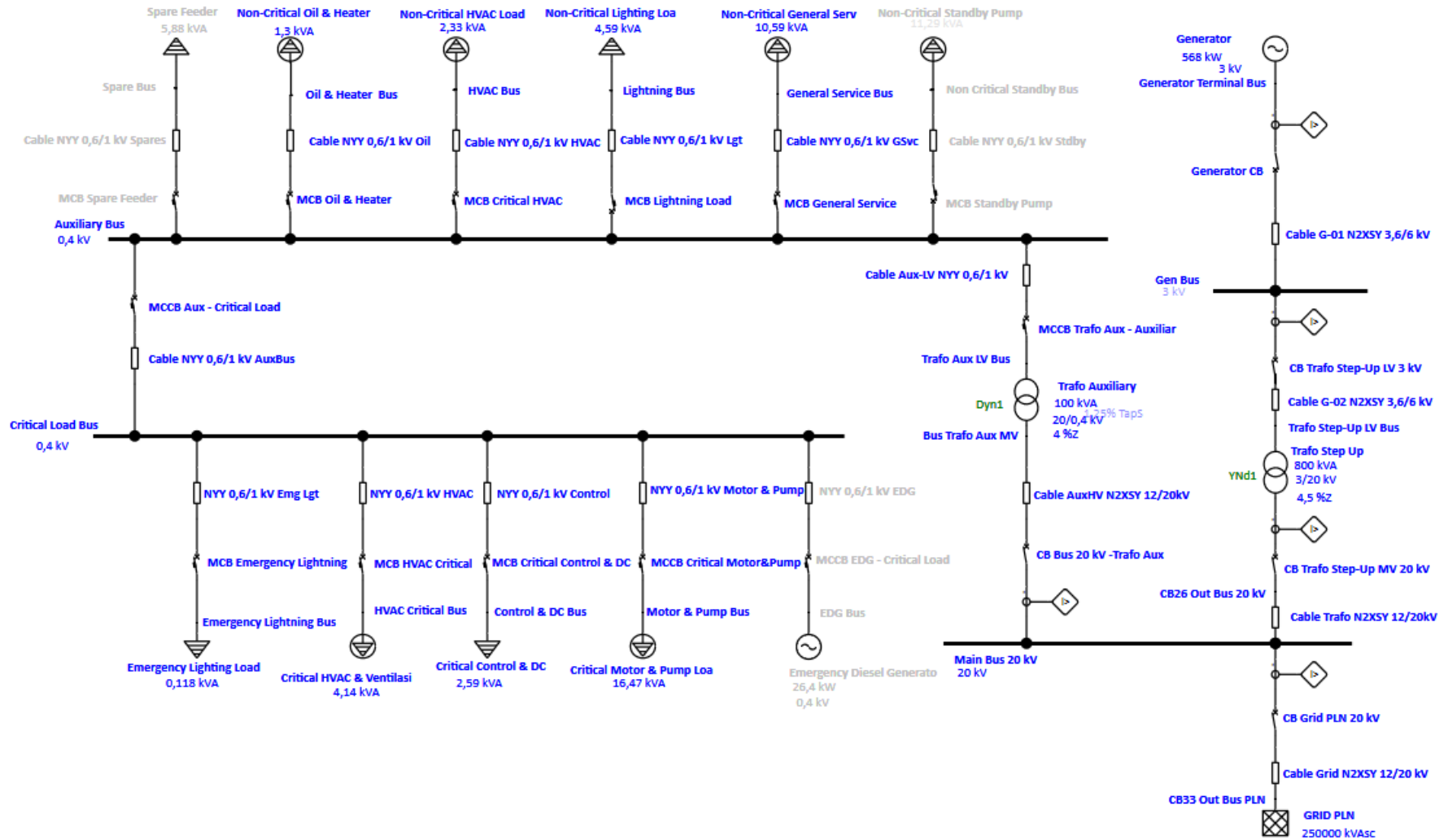
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 27 Single Line Diagram





Hak Cipta

Lampiran 28 Hasil Simulasi Load Flow (Alert Complete)

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	21.0.1C	Date:	15-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:	Study Case: LF	Revision:	Base
Filename:	Septia - Perancangan PLTM	Config.:	Normal

Alert Summary Report

	% Alert Settings	
	Critical	Marginal
Loading		
Bus	100.0	95.0
Cable / Busway	100.0	95.0
Reactor	100.0	95.0
Line	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Panel	100.0	95.0
Protective Device	100.0	95.0
Generator	100.0	95.0
Inverter/Charger	100.0	95.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating	Phase Type
-----------	------	-----------	--------------	------	-----------	-------------	------------

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta

Lampiran 29 Hasil Simulasi Load Flow (Alert Critical)

Project: **ETAP** Page: 1
Location: 21.0.1C Date: 15-07-2026
Contract: SN: 0809449000
Engineer: Study Case: LF Revision: Base
Filename: Septia - Perancangan PLTM Config.: Normal

Alert Summary Report

	% Alert Settings	
	Critical	Marginal
Loading		
Bus	100.0	95.0
Cable / Busway	100.0	95.0
Reactor	100.0	95.0
Line	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Panel	100.0	95.0
Protective Device	100.0	95.0
Generator	100.0	95.0
Inverter/Charger	100.0	95.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating	Phase Type
-----------	------	-----------	--------------	------	-----------	-------------	------------

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta

Lampiran 30 Hasil Simulasi Load Flow (Alert Marginal)

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	21.0.1C	Date:	15-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:	Study Case: LF	Revision:	Base
Filename:	Septia - Perancangan PLTM	Config.:	Normal

Alert Summary Report

	% Alert Settings	
	Critical	Marginal
Loading		
Bus	100.0	95.0
Cable / Busway	100.0	95.0
Reactor	100.0	95.0
Line	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Panel	100.0	95.0
Protective Device	100.0	95.0
Generator	100.0	95.0
Inverter/Charger	100.0	95.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating	Phase Type
-----------	------	-----------	--------------	------	-----------	-------------	------------

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

Lampiran 31 Hasil Simulasi Load Flow (Branch Loading)

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	21.0.1C	Date:	15-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:		Revision:	Base
Filename:	Septia - Perancangan PLTM	Config.:	Normal

Branch Loading Summary Report

CKT / Branch		Busway / Cable & Reactor			Transformer				
ID	Type	Capacity (Amp)	Loading Amp	%	Capacity (MVA)	Loading (input)		Loading (output)	
						MVA	%	MVA	%
Cable Aux-LV NYY 0,6/1 kV	Cable	245.00	60.99	24.89					
Cable AuxHV N2XSY 12/20kV	Cable	199.00	1.24	0.62					
Cable G-01 N2XSY 3,6/6 kV	Cable	194.00	106.97	55.14					
Cable G-02 N2XSY 3,6/6 kV	Cable	194.00	106.97	55.14					
Cable Grid N2XSY 12/20 kV	Cable	199.00	14.86	7.47					
Cable NYY 0,6/1 kV AuxBus	Cable	80.00	33.88	42.35					
Cable NYY 0,6/1 kV GSvc	Cable	43.00	15.30	35.57					
Cable NYY 0,6/1 kV HVAC	Cable	26.00	3.37	12.95					
Cable NYY 0,6/1 kV Lgt	Cable	21.00	6.57	31.31					
Cable NYY 0,6/1 kV Od	Cable	19.00	1.87	9.85					
Cable Trafo N2XSY 12/20kV	Cable	199.00	16.05	8.06					
NYN 0,6/1 kV Control	Cable	19.00	3.72	19.55					
NYN 0,6/1 kV Eng Lgt	Cable	21.00	0.17	0.81					
NYN 0,6/1 kV HVAC	Cable	26.00	6.00	23.09					
NYN 0,6/1 kV Motor & Pump	Cable	43.00	24.00	55.80					
Trafo Auxiliary	Transformer				0.100	0.043	42.8	0.042	42.2
Trafo Step Up	Transformer				0.800	0.565	70.6	0.556	69.5

* Indicates a branch with operating load exceeding the branch capability.

NEGERI
JAKARTA



Hal

Lampiran 32 Hasil Simulasi Load Flow (Bus Loading)

Project:	ETAP	Page:	I
Location:	21.0.1C	Date:	15-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:	Study Case: LF	Revision:	Base
Filename:	Septia - Perancangan PLTM	Config.:	Normal

Bus Loading Summary Report

Bus			Directly Connected Load								Total Bus Load			
			Constant kVA		Constant Z		Constant I		Generic		MVA	% PF	Amp	Percent Loading
ID	kV	Rated Amp	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar				
Auxiliary Bus	0.400										0.042	85.1	61.0	
Bus Trafo Aux MV	20.000										0.043	84.6	1.2	
CB26 Out Bus 20 kV	20.000										0.556	95.8	16.0	
CB33 Out Bus PLN	20.000										0.515	96.4	14.9	
Control & DC Bus	0.400				0.002	0.001					0.003	85.0	3.7	
Critical Load Bus	0.400										0.023	85.1	33.9	
Emergency Lightning Bus	0.400				0.000	-					0.000	85.0	0.2	
Gen Bus	3.000										0.565	95.0	107.0	
General Service Bus	0.400		0.005	0.003	0.004	0.002					0.011	85.0	15.3	
Generator Terminal Bus	3.000										0.565	95.0	107.0	
HVAC Bus	0.400		0.002	0.001	0.000	-					0.002	85.0	3.4	
HVAC Critical Bus	0.400		0.003	0.002	0.001	-					0.004	85.0	6.0	
Lightning Bus	0.400				0.004	0.002					0.005	85.0	6.6	
Main Bus 20 kV	20.000										0.556	95.8	16.0	
Motor & Pump Bus	0.400		0.014	0.009							0.016	85.0	24.0	
Oil & Heater Bus	0.400		0.001	0.000	0.000	-					0.001	85.0	1.9	
Trafo Aux LV Bus	0.400										0.042	85.1	61.0	
Trafo Step-Up LV Bus	3.000										0.565	95.0	107.0	

* Indicates operating load of a bus exceeds the bus critical limit (100.0% of the Continuous Ampere rating).

Indicates operating load of a bus exceeds the bus marginal limit (95.0% of the Continuous Ampere rating).

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta

Lampiran 33 Hasil Simulasi Load Flow (Losses)

Project: **ETAP** Page: 1
Location: **21.0.1C** Date: 15-07-2026
Contract: SN: 0809449000
Engineer: Study Case: LF Revision: Base
Filename: Septia - Perancangan PLTM Config.: Normal

Branch Losses Summary Report

Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	% Drop in Vmag
Cable AuxHV N2XSY 12/20kV	-0.036	-0.023	0.036	0.023	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
Cable Aux-LV NYY 0,6/1 kV	-0.036	-0.022	0.036	0.022	0.0	0.0	99.8	99.9	0.09
Cable G-01 N2XSY 3,6/6 kV	-0.537	-0.177	0.537	0.177	0.2	0.0	101.7	101.7	0.04
Cable G-02 N2XSY 3,6/6 kV	0.537	0.177	-0.537	-0.177	0.2	0.0	101.7	101.7	0.04
Cable Grid N2XSY 12/20 kV	-0.496	-0.137	0.496	0.137	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
Cable NYY 0,6/1 kV AuxBus	0.020	0.012	-0.020	-0.012	0.0	0.0	99.8	99.6	0.20
Cable NYY 0,6/1 kV GSvc	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	99.8	99.4	0.33
Cable NYY 0,6/1 kV HVAC	0.002	0.001	-0.002	-0.001	0.0	0.0	99.8	99.7	0.11
Cable NYY 0,6/1 kV Lgt	0.004	0.002	-0.004	-0.002	0.0	0.0	99.8	99.2	0.54
Cable NYY 0,6/1 kV Oil	0.001	0.001	-0.001	-0.001	0.0	0.0	99.8	99.7	0.10
Cable Trafo N2XSY 12/20kV	0.532	0.160	-0.532	-0.160	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
NYN 0,6/1 kV Control	-0.002	-0.001	0.002	0.001	0.0	0.0	99.4	99.6	0.20
NYN 0,6/1 kV Emg Lgt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	99.6	99.6	0.01
NYN 0,6/1 kV HVAC	0.004	0.002	-0.004	-0.002	0.0	0.0	99.6	99.4	0.20
NYN 0,6/1 kV Motor & Pump	0.014	0.009	-0.014	-0.009	0.1	0.0	99.6	99.1	0.52
Trafo Auxiliary	0.036	0.023	-0.036	-0.022	0.3	0.7	100.0	99.9	0.13
Trafo Step Up	-0.532	-0.160	0.537	0.177	4.3	16.8	100.0	101.7	1.65
					5.3	17.6			

* This Transmission Line includes Series Capacitor.

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta

Lampiran 34 Hasil Simulasi Load Flow (Summary)

Project:	ETAP	Page:	5
Location:	21.0.1C	Date:	15-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:	Study Case: LF	Revision:	Base
Filename:	Septia - Perancangan PLTM	Config:	Normal

SUMMARY OF TOTAL GENERATION , LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (Swing Buses):	-0.496	-0.137	0.515	96.40 Lagging
Source (Non-Swing Buses):	0.537	0.177	0.565	95.00 Lagging
Total Demand:	0.041	0.040	0.057	71.79 Lagging
Total Motor Load:	0.025	0.015	0.029	85.00 Lagging
Total Static Load:	0.011	0.007	0.013	85.00 Lagging
Total Constant I Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Generic Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses:	0.005	0.018		
System Mismatch:	0.000	0.000		

Number of Iterations: 3

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta

Lampiran 35 Hasil Simulasi Short Circuit (Summary)

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	21.0.1C	Date:	16-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:		Revision:	Base
Filename: Septia - Perancangan PLTM	Study Case: SC	Config.:	Normal

Short-Circuit Summary Report

3-Phase, LG, LL, LLG Fault Currents

Bus		3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault				Line-to-Line Fault				*Line-to-Line-to-Ground			
ID	kV	I ¹ k	ip	Ik	I ¹ k	ip	Ib	Ik	I ¹ k	ip	Ib	Ik	I ¹ k	ip	Ib	Ik
Auxiliary Bus	0.400	3.829	7.106	3.570	3.639	6.755	3.639	3.639	3.316	6.154	3.316	3.316	3.777	7.011	3.777	3.777
Bus Trafo Aux MV	20.000	7.301	16.558	7.291	7.442	16.878	7.442	7.442	6.325	14.344	6.325	6.325	7.396	16.773	7.396	7.396
CB26 Out Bus 20 kV	20.000	7.301	16.561	7.236	7.443	16.883	7.443	7.443	6.325	14.346	6.325	6.325	7.395	16.773	7.395	7.395
Critical Load Bus	0.400	3.393	5.700	3.153	3.158	5.306	3.158	3.158	2.938	4.937	2.938	2.938	3.353	5.633	3.353	3.353
Gen Bus	3.000	4.203	9.135	3.674	0.047	0.103	0.047	0.047	3.660	7.955	3.660	3.660	3.671	7.980	3.671	3.671
Main Bus 20 kV	20.000	7.311	16.646	7.246	7.456	16.976	7.456	7.456	6.333	14.420	6.333	6.333	7.403	16.856	7.403	7.403
Motor & Pump Bus	0.400	2.200	3.269	2.037	2.055	3.053	2.055	2.055	1.906	2.831	1.906	1.906	2.202	3.271	2.202	2.202
Trafo Aux LV Bus	0.400	4.004	7.541	3.747	3.930	7.400	3.930	3.930	3.468	6.531	3.468	3.468	3.971	7.477	3.971	3.971
Trafo Step-Up LV Bus	3.000	4.220	9.236	3.690	0.047	0.104	0.047	0.047	3.674	8.042	3.674	3.674	3.686	8.067	3.686	3.686

All fault currents are in rms kA. Current ip is calculated using Method C.

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents.

Project:	ETAP	Page:	2
Location:	21.0.1C	Date:	16-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:		Revision:	Base
Filename: Septia - Perancangan PLTM	Study Case: SC	Config.:	Normal

Sequence Impedance Summary Report

Bus		Positive Seq. Imp. (ohm)			Negative Seq. Imp. (ohm)			Zero Seq. Imp. (ohm)			Fault Zf (ohm)		
ID	kV	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
Auxiliary Bus	0.400	0.02370	0.05874	0.06334	0.02370	0.05873	0.06334	0.02511	0.06881	0.07325	0.00000	0.00000	0.00000
Bus Trafo Aux MV	20.000	0.29643	1.71425	1.73969	0.29737	1.71309	1.73871	0.29742	1.61476	1.64192	0.00000	0.00000	0.00000
CB26 Out Bus 20 kV	20.000	0.29626	1.71423	1.73964	0.29720	1.71306	1.73865	0.29600	1.61418	1.64110	0.00000	0.00000	0.00000
Critical Load Bus	0.400	0.03630	0.06157	0.07147	0.03630	0.06157	0.07147	0.03911	0.07835	0.08756	0.00000	0.00000	0.00000
Gen Bus	3.000	0.09870	0.44244	0.45331	0.10192	0.43662	0.44835	120.13530	0.87864	120.13850	0.00000	0.00000	0.00000
Main Bus 20 kV	20.000	0.29007	1.71297	1.73736	0.29101	1.71181	1.73637	0.28729	1.61150	1.63691	0.00000	0.00000	0.00000
Motor & Pump Bus	0.400	0.08653	0.06825	0.11020	0.08653	0.06824	0.11020	0.09532	0.09426	0.13405	0.00000	0.00000	0.00000
Trafo Aux LV Bus	0.400	0.02164	0.05656	0.06055	0.02164	0.05656	0.06055	0.02275	0.05983	0.06401	0.00000	0.00000	0.00000
Trafo Step-Up LV Bus	3.000	0.09477	0.44145	0.45151	0.09809	0.43575	0.44665	120.14540	0.88111	120.14870	0.00000	0.00000	0.00000



Lampiran 36 Hasil Simulasi Short Circuit (3-Phase Device Duty)

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	21.0.1C	Date:	16-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:	Study Case: SC	Revision:	Base
Filename: Septia - Perancangan PLTM		Config.:	Normal

Short-Circuit Summary Report

3-Phase Fault Currents

Bus		Device		Device Capacity (kA)				Short-Circuit Current (kA)					
				Making									
ID	kV	ID	Type	Peak	Ib sym	Ib asym	Idc	I"k	ip	Ib sym	Ib asym	Idc	Ik
Auxiliary Bus	0.400	Auxiliary Bus	Bus					3.829	7.106				3.570
	0.400	MCB Lightning Load	CB	17.000	7.500	7.697		3.829	7.106	3.698	4.001	1.527	
	0.400	MCB Critical HVAC	CB	17.000	7.500	7.697		3.829	7.106	3.698	4.001	1.527	
	0.400	MCB Oil & Heater	CB	17.000	7.500	7.697		3.829	7.106	3.698	4.001	1.527	
	0.400	MCB General Service	CB	17.000	7.500	7.697		3.829	7.106	3.698	4.001	1.527	
Bus Trafo Aux MV	20.000	Bus Trafo Aux MV	Bus					7.301	16.558				7.291
	20.000	CB26 Out Bus 20 kV	Bus					7.301	16.561				7.236
	20.000	CB Trafo Step-Up MV 20 kV	CB	80.000	31.500	47.589	35.671	7.301	16.561	7.294	9.449	6.006	
Critical Load Bus	0.400	Critical Load Bus	Bus					3.393	5.700				3.153
Gen Bus	3.000	Gen Bus	Bus					4.203	9.135				3.674
	3.000	CB Trafo Step-Up LV 3 kV	CB	63.000	25.000	37.769	28.310	4.203	9.135	4.144	5.209	3.156	
Main Bus 20 kV	20.000	Main Bus 20 kV	Bus					7.311	16.646				7.246
	20.000	CB Grid PLN 20 kV	CB	80.000	31.500	47.589	35.671	7.311	16.646	7.303	9.503	6.080	
	20.000	CB Bus 20 kV -Trafo Aux	CB	80.000	31.500	47.589	35.671	7.311	16.646	7.303	9.503	6.080	
Motor & Pump Bus	0.400	Motor & Pump Bus	Bus					2.200	3.269				2.037
	0.400	MCCB Critical Motor&Pump	CB	40.000	25.000	29.526		2.200	3.269	2.123	2.125	0.094	
Trafo Aux LV Bus	0.400	Trafo Aux LV Bus	Bus					4.004	7.541				3.747
	0.400	MCCB Trafo Aux - Auxiliar	CB	40.000	36.000	42.518		4.004	7.541	3.875	4.235	1.707	
Trafo Step-Up LV Bus	3.000	Trafo Step-Up LV Bus	Bus					4.220	9.236				3.690

ip is calculated using method C

Ib does not include decay of non-terminal faulted induction motors

Ik is the maximum steady state fault current

Idc is based on X/R from Method C and Ib as specified above

LV CB duty determined based on service rating.

Total through current is used for device duty.

* Indicates a device with calculated duty exceeding the device capability.

Indicates a device with calculated duty exceeding the device marginal limit. (95 % times device capability)



Lampiran 37 Hasil Simulasi Short Circuit (Summary)

Project:	ETAP	Page:	2
Location:	21.0.1C	Date:	16-07-2026
Contract:		SN:	0809449000
Engineer:		Revision:	Base
Filename:	Septia - Perancangan PLTM	Config.:	Normal

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	Device ID	Device Capacity			3-Phase Short-Circuit Duty Results		
		I _{thr} (kA)	T _{kr} (sec.)	Rated Thermal Energy (MJ)	I _{th} (kA)	T _{kr} (sec.)	Thermal Energy (MJ)
CB26 Out Bus 20 kV	CB Trafo Step-Up MV 20 kV	31.500	1.00	992.25	7.373	1.00	54.37
Gen Bus	CB Trafo Step-Up LV 3 kV	25.000	1.00	625.00	3.994	1.00	15.95
Main Bus 20 kV	CB Grid PLN 20 kV	31.500	1.00	992.25	7.385	1.00	54.53
Main Bus 20 kV	CB Bus 20 kV -Trafo Aux	31.500	1.00	992.25	7.385	1.00	54.53

I_{thr} = Rated short-time withstand current (I_{cw} for low voltage circuit breaker)

T_{kr} = Rated short-time

I_{th} = Thermal equivalent short-time current

* Indicates a device with calculated duty exceeding the device capability.

Indicates a device with calculated duty exceeding the device marginal limit. (95 % times device capability)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 38 RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) SIPIL

SIPIL					
REKAP PEKERJAAN PERSIAPAN					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Mobilisasi & Demobilisasi Alat dan Material	LS	-	-	Rp150.000.000
2	Pembersihan Lahan (Land Clearing)		1472 m²	Rp12.485	Rp18.377.920
3	Jalan Akses / Jalan Kerja Sementara		300 m	Rp79.904	Rp23.971.200
4	Direksi Keet, Gudang Material & Barak Kerja		30 m²	Rp2.005.054	Rp60.151.620
5	Pengukuran & Pemasangan Bouwplank (Uitzet)	LS	-	-	Rp25.000.000
6	Papan Nama Proyek & Pagar Pengaman Sementara	LS	-	-	Rp40.000.000
7	Fasilitas K3 & Rambu Keselamatan Kerja	LS	-	-	Rp15.000.000
8	Listrik & Air Kerja Sementara	LS	-	-	Rp20.000.000
TOTAL					Rp352.500.740
REKAP PEKERJAAN BENDUNG					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Galian pondasi		96 m³	Rp61.857	Rp5.938.272
2	Bronjong batu		287 m³	Rp1.200.000	Rp344.400.000
3	Beton pelapis mercu		48 m³	Rp1.313.716	Rp63.058.368
4	Pasangan batu		144 m³	Rp900.000	Rp129.600.000
5	Bekisting		120 m²	Rp261.390	Rp31.366.800
TOTAL					Rp574.363.440
REKAP PEKERJAAN INTAKE					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Galian intake		25 m³	Rp61.857	Rp1.546.425
2	Struktur beton intake		17 m³	Rp1.313.716	Rp22.333.172
3	Trash rack		1 unit	Rp30.000.000	Rp30.000.000
4	Pintu intake		2 unit	Rp35.000.000	Rp70.000.000
TOTAL					Rp123.879.597
REKAP PEKERJAAN SANDTRAP					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Galian sandtrap		1194 m³	Rp61.857	Rp73.857.258
2	Beton sandtrap		239 m³	Rp1.313.716	Rp313.978.124
3	Bekisting		478 m²	Rp261.390	Rp124.944.420
4	Flushing/Pintu penguras	LS	-	-	Rp40.000.000
TOTAL					Rp552.779.802
REKAP PEKERJAAN WATERWAY					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Galian waterway		1235 m³	Rp61.857	Rp76.393.395
2	Pasangan batu		370 m³	Rp900.000	Rp333.000.000
3	Drainase & finishing	LS	-	-	Rp40.000.000
TOTAL					Rp449.393.395
REKAP PEKERJAAN HEADPOND					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Galian headpond		1924 m³	Rp61.857	Rp119.012.868
2	Beton bertulang		96 m³	Rp1.313.716	Rp126.116.736
3	Pintu penstock		1 unit	Rp60.000.000	Rp60.000.000
TOTAL					Rp305.129.604
REKAP PEKERJAAN PENSTOCK					
No	Pekerjaan	Panjang/Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	AHSP Pipa Baja Ø960 mm		55 m	Rp18.000.000	Rp990.000.000
2	Support penstock		4 unit	Rp30.000.000	Rp120.000.000
3	Anchor block		7 unit	Rp20.000.000	Rp140.000.000
TOTAL					Rp1.250.000.000
REKAP PEKERJAAN POWERHOUSE					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Bangunan Power House		225 m²	Rp3.000.000	Rp675.000.000
2	Pondasi turbin-generator		36 m³	Rp1.313.716	Rp47.293.776
3	Struktur beton bertulang		20 m³	Rp1.313.716	Rp26.274.320
4	Drainase & finishing	LS	-	-	Rp40.000.000
TOTAL					Rp788.568.096
REKAP PEKERJAAN TAILRACE					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Galian tanah		420 m³	Rp61.857	Rp25.979.940
2	Pasangan batu		30 m³	Rp900.000	Rp27.000.000
3	Beton lantai/outlet tailrace		20 m³	Rp1.313.716	Rp26.274.320
4	Drainase & finishing	LS	-	-	Rp40.000.000
TOTAL					Rp119.254.260
REKAP TOTAL PEKERJAAN SIPIL					
No	Pekerjaan	Total			
1	Pekerjaan Persiapan	Rp352.500.740			
1	Bendung	Rp574.363.440			
2	Intake	Rp123.879.597			
3	Sandtrap	Rp552.779.802			
4	Waterway	Rp449.393.395			
5	Headpond & Forebay	Rp305.129.604			
6	Penstock	Rp1.250.000.000			
7	Power House	Rp788.568.096			
8	Tailrace	Rp119.254.260			
TOTAL		Rp4.515.868.934			

Lampiran 39 RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) MEKANIKAL & ELEKTRIKAL

- 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

MEKANIKAL & ELEKTRIKAL				
TURBIN				
Jenis Turbin	Francis Horizontal Turbine HL260 C-WJ-71			
Kapasitas	500 kW			
Jumlah unit	1 unit			
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Francis Horizontal Turbine HL260 C-WJ-71 (500	Rp1.500.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp1.500.000.000		
GENERATOR				
Jenis	Hydro Synchronous Generator 710 KVA Marelli Motori MJHT630SA12			
Kapasitas	710 KVA			
Jumlah unit	1 unit			
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Marelli Motori MJHT 630 SA12 Package	Rp1.400.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp1.400.000.000		
MAIN INLET VALVE				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Main Inlet Globe Ø960 mm Valve Package	Rp250.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp250.000.000		
TRANSFORMATOR				
Jenis	Trafindo Oil-Immersed Transformer 800 KVA		1 unit	
Jenis	Auxiliary Transformater 100 kVA		1 unit	
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Main Transformator 800 KVA	Rp300.000.000	/unit	
	2 Auxiliary Transformater 100 KVA	Rp100.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp400.000.000		
SWITCHGEAR, PANEL, RELAY & METERING				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 MV Switchgear / Cubicle	Rp250.000.000	/unit	
	2 Protection Relay & Metering System	Rp200.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp450.000.000		
SCADA & GOVERNOR				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Governor System	Rp200.000.000	/unit	
	2 SCADA & Monitoring System	Rp200.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp400.000.000		
EMERGENCY DIESEL GENERATOR				
Model	XC50GF			
Kapasitas	62,5 KVA			
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 XC50GF Emergency Diesel Generator 62,5 KVA	Rp120.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp120.000.000		
AUXILIARY ELECTRICAL & MECHANICAL SYSTEM				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 MCC & LV Distribution Panel	Rp250.000.000	/unit	
	2 Ventilation & Exhaust Fan System	Rp32.000.000	/unit	
	3 Power Socket & Service Bay	Rp35.000.000	/unit	
	4 Power House Crane	Rp150.000.000	/unit	
	5 Indoor & Outdoor Lighting	Rp70.000.000	/unit	
	6 Drainage & Dewatering Pump	Rp100.000.000	/unit	
	7 HVAC / Air Conditioning	Rp35.000.000	/unit	
	8 Compressed Air System	Rp50.000.000	/unit	
	9 Basic Oil System	Rp40.000.000	/unit	
	10 Oil Filtration Unit	Rp35.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp797.000.000		
KABEL, GROUNDING & LIGHTNING PROTECTION				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Power Cable	Rp150.000.000	/unit	
	2 Control Cable	Rp50.000.000	/unit	
	3 Grounding System	Rp75.000.000	/unit	
	4 Lightning Protection	Rp50.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp325.000.000		
INSTALLATION, ALIGNMENT, TESTING & COMMISSIONING				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Installation, Alignment, Testing & Commissioning	Rp564.200.000		
CONTROL SYSTEM				
No	Komponen	Estimasi Biaya	Satuan	
	1 Woodward 2301E-HT	Rp95.000.000	/unit	
	2 Woodward VariStroke	Rp135.000.000	/unit	
	3 Woodward Magnetic Pickup	Rp3.500.000	/unit	
	4 ABB UNITROL 1000	Rp90.000.000	/unit	
	5 Woodward SPM-D2	Rp38.000.000	/unit	
	6 Schneider Modicon M241	Rp18.000.000	/unit	
	7 Schneider Harmony ST6	Rp11.000.000	/unit	
	8 AVEVA Edge	Rp32.000.000	lisensi	
	9 Cast Resin CT 200/5 A, 2 Core	Rp14.000.000	/set	
	10 Cast Resin CT 50/5 A, 2 Core	Rp14.000.000	/set	
	11 3000V/3 : 110V/3 V	Rp18.000.000	/set	
	12 20.000V/3 : 110V/3 V	Rp18.000.000	/set	
	13 Schneider PowerLogic PM5110	Rp9.000.000	/unit	
	TOTAL	Rp495.500.000		
REKAP TOTAL PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL				
No	Pekerjaan	Total		
1	Turbin	Rp1.500.000.000		
2	Generator	Rp1.400.000.000		
3	Main Inlet Valve	Rp250.000.000		
4	Transformator	Rp400.000.000		
5	Switchgear, Panel, Relay & Metering	Rp450.000.000		
6	Scada & Governor	Rp400.000.000		
8	Emergency Diesel Generator	Rp120.000.000		
9	Auxiliary Electrical & Mechanical System	Rp797.000.000		
10	Kabel, Grounding & Lightning Protection	Rp325.000.000		
11	Installation, Alignment, Testing & Commissioning	Rp564.200.000		
12	Control System	Rp495.500.000		
	TOTAL	Rp6.701.700.000		

Lampiran 40 ALIRAN KAS PROYEK

Total Investasi	Rp11.778.447.381	
Biaya O&M	Rp353.353.421	/tahun
Biaya proyek	20	tahun
Skala bisnis (t)	10%	/tahun
Produksi energi	2820807,6	kWh/tahun
Tarif Listrik s/d tahun ke-8	Rp1.100,00	/kWh
Seterusnya	Rp850,00	/kWh
Pendapatan Tahunan s/d tahun ke-8	Rp3.102.888.360,00	/tahun
Seterusnya	Rp2.397.686.460,00	/tahun

Tahun ke-	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cash Flow	Discount Rate	PV (Present Value)	Cumulative Net Cash Flow	O&M	PV O&M	PV Benefit	Energi	PV Energi
0	Rp0	Rp11.778.447.381	-Rp11.778.447.381	1,00	-Rp11.778.447.381	-Rp11.778.447.381	-Rp353.353.421	Rp0	Rp0	0	0
1	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,91	Rp2.499.577.217	-Rp9.278.870.164	Rp353.353.421	Rp321.230.383	Rp2.820.807.600	2820807,6	2564370.545
2	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,83	Rp2.272.342.924	-Rp7.006.527.239	Rp353.353.421	Rp292.027.621	Rp2.564.370.545	2820807,6	2331245,95
3	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,75	Rp2.065.766.295	-Rp4.940.760.944	Rp353.353.421	Rp265.479.655	Rp2.331.245.950	2820807,6	2119314,5
4	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,68	Rp1.877.969.359	-Rp3.062.791.585	Rp353.353.421	Rp241.345.141	Rp2.119.314.500	2820807,6	1926649.546
5	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,62	Rp1.707.244.872	-Rp1.355.546.714	Rp353.353.421	Rp219.404.674	Rp1.926.649.546	2820807,6	1751499.587
6	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,56	Rp1.552.040.793	Rp196.494.079	Rp353.353.421	Rp199.458.794	Rp1.751.499.587	2820807,6	1592272.352
7	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,51	Rp1.410.946.175	Rp1.607.440.254	Rp353.353.421	Rp181.326.177	Rp1.592.272.352	2820807,6	1447520.32
8	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,47	Rp1.282.678.341	Rp2.890.118.596	Rp353.353.421	Rp164.841.979	Rp1.447.520.320	2820807,6	1315927.564
9	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,42	Rp866.996.773	Rp3.757.115.368	Rp353.353.421	Rp149.856.344	Rp1.016.853.117	2820807,6	1196297.785
10	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,39	Rp788.178.884	Rp4.545.294.252	Rp353.353.421	Rp136.233.040	Rp924.411.925	2820807,6	1087543.441
11	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,35	Rp716.526.259	Rp5.261.820.511	Rp353.353.421	Rp123.848.219	Rp840.374.477	2820807,6	988675.8554
12	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,32	Rp651.387.508	Rp5.913.208.019	Rp353.353.421	Rp112.589.290	Rp763.976.797	2820807,6	898796.2322
13	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,29	Rp592.170.462	Rp6.505.378.480	Rp353.353.421	Rp102.353.900	Rp694.524.361	2820807,6	817087.4838
14	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,26	Rp538.336.783	Rp7.043.715.264	Rp353.353.421	Rp93.049.000	Rp631.385.783	2820807,6	742906.8035
15	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,24	Rp489.397.076	Rp7.533.112.339	Rp353.353.421	Rp84.590.000	Rp573.987.075	2820807,6	675278.9122
16	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,22	Rp444.906.432	Rp7.978.018.772	Rp353.353.421	Rp76.900.000	Rp521.806.432	2820807,6	613889.9202
17	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,20	Rp404.460.393	Rp8.382.479.165	Rp353.353.421	Rp69.909.091	Rp474.369.484	2820807,6	558081.7457
18	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,18	Rp367.691.266	Rp8.750.170.431	Rp353.353.421	Rp63.553.719	Rp431.244.985	2820807,6	507347.0415
19	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,16	Rp334.264.788	Rp9.084.435.219	Rp353.353.421	Rp57.776.108	Rp392.040.896	2820807,6	461224.5832
20	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,15	Rp303.877.080	Rp9.388.312.299	Rp353.353.421	Rp52.523.735	Rp356.400.814	2820807,6	419295.0756
TOTAL	Rp53.595.344.400	Rp18.845.515.809	Rp34.749.828.591		Rp9.388.312.299		Rp6.713.715.007	Rp3.008.296.869	Rp24.175.056.548	56416152	24015125,24

Total Cash Inflow	Rp53.595.344.400	
Total Cash Outflow	Rp18.845.515.809	
Total Net Cashflow	Rp34.749.828.591	
Total Present Value	Rp21.166.759.679	
Net Present Value (NPV)	Rp9.388.312.299	
Internal Rate of Return (IRR)	21,77%	
Benefit Cost Ratio (BCR)	1,63	
Discount Payback Period (DPP)	n	5, 5,873
a	Rp11.778.447.381	5 tahun 10 bulan
b	Rp10.422.900.667	
c	Rp1.552.040.793	
Levelized Cost of Energy (LCOE)	Rp615,73	

Lampiran 41 ALIRAN KAS SENSITIVITAS TARIF LISTRIK

Sensitivitas Tarif Listrik	
Tarif Listrik s/d tahun ke-8	Rp990,00 /kWh
Tarif Listrik tahun ke-9 dst	Rp765,00 /kWh
Pendapatan Tahunan s/d tahun ke-8	Rp2.792.599.524,00 /tahun
Pendapatan Tahunan tahun ke-9 s/d seterusnya	Rp2.157.917.814,00 /tahun

Tahun ke-	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cash Flow	Discount Rate	PV (Present Value)	Cumulative Net Cash Flow	O&M	PV O&M	PV Benefit	Energi	PV Energi
0	Rp0	Rp11.778.447.381	-Rp11.778.447.381	1,00	-Rp11.778.447.381	-Rp11.778.447.381	-Rp353.353.421	Rp0	Rp0	0	0
1	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,91	Rp2.217.496.457	-Rp9.560.950.924	Rp353.353.421	Rp321.230.383	Rp2.538.726.840	2.820.807,6	2564370.545
2	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,83	Rp2.015.905.870	-Rp7.545.045.054	Rp353.353.421	Rp292.027.621	Rp2.307.933.491	2.820.807,6	2331245,95
3	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,75	Rp1.832.641.700	-Rp5.712.403.354	Rp353.353.421	Rp265.479.655	Rp2.098.121.355	2.820.807,6	2119314,5
4	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,68	Rp1.666.037.909	-Rp4.046.365.445	Rp353.353.421	Rp241.345.141	Rp1.907.383.050	2.820.807,6	1926649.546
5	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,62	Rp1.514.579.917	-Rp2.531.785.528	Rp353.353.421	Rp219.404.674	Rp1.733.984.591	2.820.807,6	1751499.587
6	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,56	Rp1.376.890.634	Rp1.154.894.694	Rp353.353.421	Rp199.458.794	Rp1.576.348.628	2.820.807,6	1592272.352
7	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,51	Rp1.251.718.940	Rp96.824.246	Rp353.353.421	Rp181.326.177	Rp1.433.045.117	2.820.807,6	1447520.32
8	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,47	Rp1.137.926.309	Rp1.234.750.555	Rp353.353.421	Rp164.841.979	Rp1.302.768.288	2.820.807,6	1315927.564
9	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,42	Rp765.311.461	Rp2.000.062.016	Rp353.353.421	Rp149.856.344	Rp915.167.806	2.820.807,6	1196297.785
10	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,39	Rp695.737.692	Rp2.695.799.708	Rp353.353.421	Rp136.233.040	Rp831.970.732	2.820.807,6	1087543.441
11	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,35	Rp632.488.811	Rp3.328.288.519	Rp353.353.421	Rp123.848.219	Rp756.337.029	2.820.807,6	988675.8554
12	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,32	Rp574.989.828	Rp3.903.278.347	Rp353.353.421	Rp112.589.290	Rp687.579.118	2.820.807,6	898796.2322
13	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,29	Rp522.718.025	Rp4.425.996.372	Rp353.353.421	Rp102.353.900	Rp625.071.925	2.820.807,6	817087.4838
14	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,26	Rp475.198.205	Rp4.901.194.577	Rp353.353.421	Rp93.049.000	Rp568.247.205	2.820.807,6	742906.8035
15	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,24	Rp431.998.368	Rp5.333.192.946	Rp353.353.421	Rp84.590.000	Rp516.588.368	2.820.807,6	675278.9122
16	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,22	Rp392.725.789	Rp5.725.918.735	Rp353.353.421	Rp76.900.000	Rp469.625.789	2.820.807,6	613889.9202
17	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,20	Rp357.023.445	Rp6.082.942.180	Rp353.353.421	Rp69.909.091	Rp426.932.535	2.820.807,6	558081.7457
18	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,18	Rp324.566.768	Rp6.407.508.947	Rp353.353.421	Rp63.553.719	Rp388.120.487	2.820.807,6	507347.0415
19	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,16	Rp295.060.698	Rp6.702.569.646	Rp353.353.421	Rp57.776.108	Rp352.836.806	2.820.807,6	461224.5832
20	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,15	Rp268.236.998	Rp6.970.806.644	Rp353.353.421	Rp52.523.735	Rp320.760.733	2.820.807,6	419295.0756
TOTAL	Rp48.235.809.960	Rp18.845.515.809	Rp29.390.294.151	9,51	Rp6.970.806.644		Rp6.713.715.007	Rp3.008.296.869	Rp21.757.550.893	56.416.152,00	24015125,24

Total Cash Inflow	Rp48.235.809.960	
Total Cash Outflow	Rp18.845.515.809	
Total Net Cashflow	Rp29.390.294.151	
Total Present Value	Rp18.749.254.025	
Net Present Value (NPV)	Rp6.970.806.644	
Internal Rate of Return (IRR)	18,88%	
Benefit Cost Ratio (BCR)	1,47	
Discount Payback Period (DPP)	n	6, 6,923
a	Rp11.778.447.381	6 tahun 11 bulan
b	Rp10.623.552.687	
c	Rp1.251.718.940	
Levelized Cost of Energy (LCOE)	Rp616	



Lampiran 42 ALIRAN KAS SENSITIVITAS DEBIT

Sensitivitas Debit Sungai	
Produksi Energi	2.538.726,84 kWh/tahun
Pendapatan Tahunan s/d tahun ke-8	Rp2.792.599.524,00 /tahun
Pendapatan Tahunan tahun ke-9 s/d seterusnya	Rp2.157.917.814,00 /tahun

Tahun ke-	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cash Flow	Discount Rate	PV (Present Value)	Cumulative Net Cash Flow	O&M	PV O&M	PV Benefit	Energi	PV Energi
0	Rp0	Rp11.778.447.381	-Rp11.778.447.381	1,00	-Rp11.778.447.381	-Rp11.778.447.381	Rp0	Rp0	Rp0	0	0
1	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,91	Rp2.217.496.457	-Rp9.560.950.924	Rp353.353.421	Rp321.230.383	Rp2.538.726.840	2.538.726,84	2307933,491
2	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,83	Rp2.015.905.870	-Rp7.545.045.054	Rp353.353.421	Rp292.027.621	Rp2.307.933.491	2.538.726,84	2098121,355
3	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,75	Rp1.832.641.700	-Rp5.712.403.354	Rp353.353.421	Rp265.479.655	Rp2.098.121.355	2.538.726,84	1907383,05
4	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,68	Rp1.666.037.909	-Rp4.046.365.445	Rp353.353.421	Rp241.345.141	Rp1.907.383.050	2.538.726,84	1733984,591
5	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,62	Rp1.514.579.917	-Rp2.531.785.528	Rp353.353.421	Rp219.404.674	Rp1.733.984.591	2.538.726,84	1573049,628
6	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,56	Rp1.376.890.834	-Rp1.154.894.694	Rp353.353.421	Rp199.458.794	Rp1.576.349.628	2.538.726,84	1433045,117
7	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,51	Rp1.251.718.940	-Rp6.824.246	Rp353.353.421	Rp181.326.177	Rp1.433.045.117	2.538.726,84	1302768,288
8	Rp2.792.599.524	Rp353.353.421	Rp2.439.246.103	0,47	Rp1.137.928.309	Rp1.234.750.595	Rp353.353.421	Rp164.841.979	Rp1.302.768.288	2.538.726,84	1184334,807
9	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,42	Rp765.311.461	Rp2.000.062.016	Rp353.353.421	Rp149.856.344	Rp915.167.806	2.538.726,84	1076668,007
10	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,39	Rp695.737.692	Rp2.695.799.708	Rp353.353.421	Rp136.233.040	Rp831.970.732	2.538.726,84	978789,0969
11	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,35	Rp632.488.811	Rp3.328.288.519	Rp353.353.421	Rp123.848.219	Rp756.337.029	2.538.726,84	889808,2699
12	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,32	Rp574.989.828	Rp3.903.278.347	Rp353.353.421	Rp112.589.290	Rp687.579.118	2.538.726,84	808916,609
13	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,29	Rp522.718.025	Rp4.425.996.372	Rp353.353.421	Rp102.353.900	Rp625.071.925	2.538.726,84	735378,7354
14	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,26	Rp475.198.205	Rp4.901.194.577	Rp353.353.421	Rp93.049.000	Rp568.247.205	2.538.726,84	668526,1231
15	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,24	Rp431.998.368	Rp5.333.192.946	Rp353.353.421	Rp84.590.000	Rp516.588.368	2.538.726,84	607751,021
16	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,22	Rp392.725.789	Rp5.725.918.735	Rp353.353.421	Rp76.900.000	Rp469.625.789	2.538.726,84	552500,9282
17	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,20	Rp357.023.445	Rp6.082.942.180	Rp353.353.421	Rp69.909.091	Rp426.932.535	2.538.726,84	502273,5711
18	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,18	Rp324.566.768	Rp6.407.508.947	Rp353.353.421	Rp63.553.719	Rp388.120.487	2.538.726,84	456612,3374
19	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,16	Rp295.960.698	Rp6.702.569.646	Rp353.353.421	Rp57.776.108	Rp352.826.906	2.538.726,84	415102,1249
20	Rp2.157.917.814	Rp353.353.421	Rp1.804.564.393	0,15	Rp268.236.998	Rp6.970.806.644	Rp353.353.421	Rp52.523.735	Rp320.760.733	2.538.726,84	377365,5681
TOTAL	Rp48.235.809.960	Rp18.845.515.809	Rp29.390.294.151	9,51	Rp6.970.806.644		Rp7.067.068.428	Rp3.008.296.869	Rp21.757.550.893	50.774.536,80	21613612,72

Total Cash Inflow	Rp48.235.809.960	
Total Cash Outflow	Rp18.845.515.809	
Total Net Cashflow	Rp29.390.294.151	
Total Present Value	Rp18.749.254.025	
Net Present Value (NPV)	Rp6.970.806.644	
Internal Rate of Return (IRR)	18,89%	
Benefit Cost Ratio (BCR)	1,47	
Discount Payback Period (DPP)	n	6 6,923
a	Rp11.778.447.381	6 tahun 11 bulan
b	Rp10.628.552.897	
c	Rp1.251.718.940	
Levelized Cost of Energy (LCOE)	Rp684	

Lampiran 43 ALIRAN KAS SENSITIVITAS INVESTASI

Sensitivitas Investasi	
Investasi	Rp12.956.292.119 /kWh
Pendapatan Tahunan s/d tahun ke-8	Rp3.102.888.360,00 /tahun
Pendapatan Tahunan tahun ke-9 s/d seterusnya	Rp2.397.686.460,00 /tahun

Tahun ke-	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cash Flow	Discount Rate	PV (Present Value)	Cumulative Net Cash Flow	O&M	PV O&M	PV Benefit	Energi	PV Energi
0	Rp0	Rp12.956.292.119	-Rp12.956.292.119	1,00	-Rp12.956.292.119	-Rp12.956.292.119	Rp0	Rp0	Rp0	0	0
1	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,91	Rp2.499.577.217	-Rp10.456.714.902	Rp353.353.421	Rp321.230.383	Rp2.820.807.600	2.820.807,60	2564370,545
2	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,83	Rp2.272.342.924	-Rp8.184.371.977	Rp353.353.421	Rp292.027.621	Rp2.564.370.545	2.820.807,60	2331245,95
3	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,75	Rp2.065.766.295	-Rp6.118.605.682	Rp353.353.421	Rp265.479.655	Rp2.331.245.950	2.820.807,60	2119314,5
4	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,68	Rp1.877.969.359	-Rp4.240.636.323	Rp353.353.421	Rp241.345.141	Rp2.119.314.500	2.820.807,60	1926649,546
5	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,62	Rp1.707.244.872	-Rp2.533.391.452	Rp353.353.421	Rp219.404.674	Rp1.926.649.546	2.820.807,60	1751499,587
6	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,56	Rp1.552.040.793	-Rp981.350.659	Rp353.353.421	Rp199.458.794	Rp1.751.499.587	2.820.807,60	1592272,352
7	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,51	Rp1.410.946.175	Rp429.595.516	Rp353.353.421	Rp181.326.177	Rp1.592.272.352	2.820.807,60	1447520,32
8	Rp3.102.888.360	Rp353.353.421	Rp2.749.534.939	0,47	Rp1.282.678.341	Rp1.712.273.857	Rp353.353.421	Rp164.841.979	Rp1.447.520.320	2.820.807,60	1315927,564
9	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,42	Rp966.996.773	Rp2.579.270.630	Rp353.353.421	Rp149.856.344	Rp1.016.853.117	2.820.807,60	1196297,785
10	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,39	Rp788.178.884	Rp3.367.449.514	Rp353.353.421	Rp136.233.040	Rp924.411.925	2.820.807,60	1087543,441
11	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,35	Rp716.526.259	Rp4.083.975.773	Rp353.353.421	Rp123.848.219	Rp840.374.477	2.820.807,60	988675,8554
12	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,32	Rp651.387.508	Rp4.735.363.281	Rp353.353.421	Rp112.589.290	Rp763.976.797	2.820.807,60	898796,2322
13	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,29	Rp592.170.462	Rp5.327.533.742	Rp353.353.421	Rp102.353.900	Rp694.524.361	2.820.807,60	817087,4838
14	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,26	Rp538.336.783	Rp5.865.870.525	Rp353.353.421	Rp93.049.000	Rp631.385.783	2.820.807,60	742806,8035
15	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,24	Rp489.397.076	Rp6.355.267.601	Rp353.353.421	Rp84.590.000	Rp573.987.075	2.820.807,60	675278,9122
16	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,22	Rp444.906.432	Rp6.800.174.034	Rp353.353.421	Rp76.900.000	Rp521.806.432	2.820.807,60	613889,9202
17	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,20	Rp404.460.393	Rp7.204.634.427	Rp353.353.421	Rp69.909.091	Rp474.369.484	2.820.807,60	558081,7457
18	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,18	Rp367.691.266	Rp7.572.325.693	Rp353.353.421	Rp63.553.719	Rp431.244.985	2.820.807,60	507347,0415
19	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,16	Rp334.264.788	Rp7.906.590.481	Rp353.353.421	Rp57.776.108	Rp392.040.896	2.820.807,60	461224,5832
20	Rp2.397.686.460	Rp353.353.421	Rp2.044.333.039	0,15	Rp303.877.080	Rp8.210.467.561	Rp353.353.421	Rp52.523.735	Rp356.400.814	2.820.807,60	419295,0756
TOTAL	Rp53.595.344.400	Rp20.023.360.547	Rp33.571.983.853	9,51	Rp8.210.467.561		Rp7.067.068.428	Rp3.008.296.869	Rp24.175.056.548	56.416.152,00	24015125,24

Total Cash Inflow	Rp53.595.344.400	
Total Cash Outflow	Rp20.023.360.547	
Total Net Cashflow	Rp33.571.983.853	
Total Present Value	Rp21.166.759.679	
Net Present Value (NPV)	Rp8.210.467.561	
Internal Rate of Return (IRR)	19,46%	
Benefit Cost Ratio (BCR)	1,51	
Discount Payback Period (DPP)	n	6 6,696
a	Rp12.956.292.119	6 tahun 8 bulan
b	Rp11.974.941.460	
c	Rp1.410.946.175	
Levelized Cost of Energy (LCOE)	Rp665	

Lampiran 44 STAKEHOLDER REGISTER PROYEK

STAKEHOLDER REGISTER - PROYEK PLTM

Nama	Posisi	Internal / Eksternal	Peran dalam Proyek
Septia Firyal Salsabila	Ketua	Internal	Ketua Tim, koordinasi keseluruhan proyek, analisis kelayakan ekonomi
Andi Dwi Apriansyah	Anggota	Internal	Perencanaan sistem sipil (bendung, intake, waterway, penstock, powerhouse)
Syafrillia Shafa Ananda	Anggota	Internal	Analisis Kelayakan Ekonomi dan Investasi
Taufik Hidayat	Anggota	Internal	Perencanaan sistem mekanikal & elektrikal (turbin, generator, trafo, proteksi)
Semua Anggota	Anggota	Internal	Surveyor lapangan (topografi, hidrologi, sosial-lingkungan)
Gun Gun Ramdhan Gunadi	Coach / Pembimbing	Internal	Pembimbing akademik
Cecep Slamet Abadi	Coach / Pembimbing	Internal	Pembimbing akademik
PT Bumi Powerindo/Rizal Aqimul Haq Alfath Ermadinoto	Client	Eksternal	Pemrakarsa / Plant Manager
Masyarakat sekitar DAS	Penerima Manfaat	Eksternal	Penerima manfaat listrik, berpotensi terdampak langsung pembangunan
Kelompok Tani / Pengguna Irigasi	Pengguna Air Bersama	Eksternal	Pihak berkepentingan atas ketersediaan & pembagian air sungai
Pemerintah Daerah [Kab/Kota]	Pemerintah	Eksternal	Penentu kebijakan daerah, pemberi izin prinsip/lokasi
PT PLN (Persero)	Pemasok / Offtaker Listrik	Eksternal	Penyedia jaringan grid, pembeli listrik (PJBL), pemilik izin interkoneksi
Kementerian ESDM / Dinas ESDM Provinsi	Pemerintah / Regulator	Eksternal	Pemberi izin teknis pembangkit, regulator kebijakan energi terbarukan
Balai Wilayah Sungai (BWS) / Dinas PUPR	Pemerintah / Regulator	Eksternal	Pemberi izin pemanfaatan sumber daya air (SIPPA), pengelola DAS
Dinas Lingkungan Hidup	Pemerintah / Regulator	Eksternal	Pemberi izin lingkungan (UKL-UPL/AMDAL), pengawas kepatuhan lingkungan
Kontraktor EPC	Pelaksana Konstruksi	Eksternal	Pelaksana pekerjaan sipil & pemasangan mekanikal-elektrikal
Pemasok Peralatan Utama (Turbin/Generator/Trafo)	Vendor / Pemasok	Eksternal	Penyedia peralatan utama sesuai spesifikasi & jadwal

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**