

**EVALUASI PERENCANAAN PENEMPATAN TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI PADA DEPOT CPO
(Aplikasi PT. Pelindo II Pulau Baai Bengkulu)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan

Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh :

FAUZI IKHWAN

NPM : 1810017111018



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI PERENCANAAN PENEMPATAN TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI PADA DEPOT CPO

(Aplikasi PT. Pelindo II Pulau Baai Bengkulu)

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan

Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh :

FAUZI IKHWAN

NPM : 1810017111018

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Ir. Yani Ridal., MT

NIK: 910 300 329

Diketahui Oleh

Fakultas Teknologi Industri

Dekan,

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST, MT

NIK: 990 500 496

Jurusan Teknik Elektro

Ketua,

Ir. Arzul., MT

NIK: 941 100 396

LEMBARAN PENGUJI
EVALUASI PERENCANAAN PENEMPATAN TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI PADA DEPOT CPO
(Aplikasi PT. Pelindo II Pulau Baai Bengkulu)

SKRIPSI

FAUZI IKHWAN

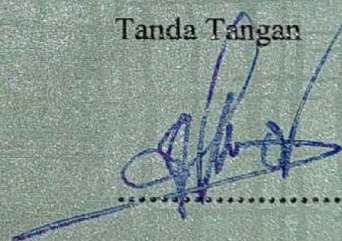
NPM : 1810017111018

Dipertahankan di depan penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari: Jumat, 22 Juli 2022

No. Nama

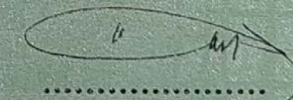
Tanda Tangan

1. **Ir. Yani Ridal., MT**
(Ketua dan Penguji)



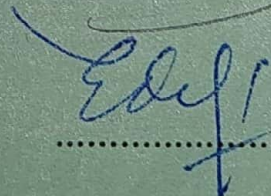
.....

2. **Ir. Arnita., MT**
(Penguji)



.....

3. **Ir. Eddy Soesilo., M.Eng**
(Penguji)



.....

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **“Evaluasi Perencanaan Penempatan Transformator Distribusi Pada Depot CPO (Aplikasi PT. Pelindo II Pulau Baai Bengkulu)”** adalah benar – benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan – bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 12 Agustus 2022



Fauzi Ikhwan

NPM: 1810017111018

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Evaluasi Perencanaan Penempatan Transformator Distribusi Pada Depot CPO (Aplikasi PT. Pelindo II Pulau Baai Bengkulu).

Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan ide, gagasan dan saran yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Yani Ridal, MT. sebagai pembimbing yang telah membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selanjutnya tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Untuk Orang tua dan Saudara - saudara yang senantiasa memberikan dukungan do'a dan semangat demi keselamatan, kesehatan dan kesuksesan penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Dr. Ir. Ija Darmana., MT, IPM. selaku dosen pembimbing akademik dari penulis.

5. Seluruh dosen di lingkungan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan.
6. Rekan – rekan mahasiswa angkatan 2018 dari Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulis skripsi ini. Penulis berharap penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Padang, 22 Juli 2022



Fauzi Ikhwan

Abstrak

Kawasan Depot CPO Pulau Baai Bengkulu terdiri dari 10 feeder yaitu (bulking 1, bulking 2, bulking 3, bulking 4, ADM-CCR, Office 1, Office 2, hydrant, power house dan boiler house). Depot CPO pulau Baai Bengkulu di supply listrik PT. PLN sistem tegangan menengah. Masing – masing feeder memiliki panel utama yang disupply dari panel utama tegangan rendah (PUTR). Berdasarkan SPLN No.72 Tahun 1987, bahwa jatuh tegangan yang diperbolehkan adalah 5% dari tegangan kerja yang memanfaatkan STB yaitu system radial di atas tanah dan system simpul, Dalam penelitian dilakukan evaluasi dan review perencanaan sistem kelistrikan dengan melakukan pemindahan penempatan transformator distribusi system 20 kV/380 V menggunakan kabel tegangan menengah N2XSY, N2XSEBY dan kabel tegangan rendah NYFGbY,NYY yang berhubungan dengan *losses* (rugi-rugi daya) dan *drop voltage* (tegangan jatuh) yang terjadi pada saluran distribusi daya listrik. Dalam penentuan penampang kabel yang digunakan diperlukan arus nominal, arus rating, tahanan kabel, dan panjang kabel dari gardu distribusi ke beban. Berdasarkan perhitungan yang diperoleh drop tegangan terbesar pada eksisting perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi sebesar 21,44 V atau 5,64 %, sedangkan drop tegangan pada review perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu sebesar 16,7 V atau 0,08 %. Total rugi – rugi daya pada eksisting perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi sebesar 127.424,71 W, sedangkan total rugi – rugi daya pada review perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu sebesar 34.352,48 W. Penurunan biaya pemakaian daya listrik dalam satu bulan jika menggunakan review perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu sebesar Rp 69.409.695,16 atau 73,04 % dengan golongan pelanggan tegangan menengah I-3/TM.

Kata Kunci : *losses (rugi-rugi daya), drop voltage (tegangan jatuh), arus nominal , arus rating, penampang kabel.*

Abstract

The CPO Depot area of Baai Island Bengkulu consists of 10 feeders namely (bulking 1, bulking 2, bulking 3, bulking 4, ADM-CCR, Office 1, Office 2, hydrant, power house and boiler house). The CPO depot on the island of Baai Bengkulu in the electricity supply of PT. PLN medium voltage system. Each feeder has a main panel which is supplied from a low voltage main panel (PUTR). Based on SPLN No.72 of 1987, that the allowable voltage drop is 5% of the working voltage that utilizes the STB, namely the radial system above the ground and the node system. In this study, an evaluation and review of the electrical system planning was carried out by moving the distribution transformer to the 20 kV system. /380 V uses medium voltage cables N2XSY, N2XSEBY and low voltage cables NYFGbY, NYY which are related to losses (power losses) and voltage drop (voltage drops) that occur in electrical power distribution lines. In determining the cross-section of the cable used, the nominal current, rating current, cable resistance, and cable length from the distribution substation to the load are required. Based on the calculation, the largest voltage drop in the existing electrical system planning distribution substation is 21.44 V or 5.64%, while the voltage drop in the review of the electrical system planning review at the CPO Depot Pulau Baai Bengkulu distribution substation is 16.7 V or 0.08%. . The total power losses in the existing electrical system planning for distribution substations is 127,424.71 W, while the total power losses in the review of the electrical system planning for the distribution substation at the Baai Island CPO Depot, Bengkulu, is 34,352.48 W. A decrease in the cost of using electricity in one month if using a review of the electrical system planning for the distribution substation of the Baai Island CPO Depot, Bengkulu, it is Rp. 69,409,695.16 or 73.04 % with the medium voltage customer group I-3/TM.

Keywords : *losses (power losses), voltage drop, nominal current, rating current, cable cross-section.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBARAN PENGESAHAN	
LEMBARAN PENGUJI	
PERSEMBAHAN	
LEMBARAN PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Penelitian	II-5
2.2 Landasan Teori	II-7
2.2.1 Sistem Distribusi	II-7
2.2.2 Pengelompokan Beban	II-14
2.2.3 Gardu Distribusi	II-15
2.2.3.1 Jenis Gardu Distribusi	II-16
2.2.3.2 Macam-macam Gardu Distribusi	II-16
2.2.4 Transformator Distribusi	II-19
2.2.4.1 Transformator Distribusi 20 kV/6,6 kV	II-20
2.2.4.2 Transformator Distribusi 6,6 kV/6400 V	II-20
2.2.5 Jenis-jenis Kabel Listrik	II-21
2.2.5.1 Kabel Tegangan Menengah	II-21
2.2.5.2 Kabel Tegangan Rendah	II-22
2.2.6 Motor Pompa CPO (<i>Motor Induksi 3Φ</i>)	II-24
2.2.6.1 Rangkaian Pengasutan Hubung Langsung (<i>DOL</i>)	II-25
2.2.6.2 Rangkaian Pengasutan Hubungan Wye (Y) delta (Δ)	II-25
2.2.6.3 Rangkaian Pengasutan <i>Soft Starter</i>	II-26

2.2.7	Perhitungan Arus Rating	II-26
2.2.8	Faktor Daya	II-27
2.2.9	Drop Tegangan dan Rugi-rugi Daya	II-29
2.2.10	Macam-macam Circuit Breaker	II-30
2.3	Hipotesis	II-34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Alat dan Penelitian	III-35
3.1.1	Alat Penelitian	III-35
3.1.2	Bahan Penelitian	III-35
3.2	Lokasi Penelitian	III-36
3.3	Alur Penelitian	III-36
3.3.1	Diagram Alur Penelitian	III-37
3.3.2	Langkah-langkah Penelitian	III-37
3.4	Deskripsi Sistem dan Analisis	III-38

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Deskripsi Penelitian	IV-39
4.2	Pengumpulan Data	IV-40
4.3	Evaluasi Eksisting Perencanaan Jaringan Distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-42
4.3.1	Perhitungan Arus Nominal dan Arus Rating	IV-42
4.3.2	Perhitungan Drop Tegangan	IV-46
4.3.3	Perhitungan Rugi – rugi Daya	IV-58
4.4	Analisa Review Perencanaan Sistem Kelistrikan Gardu Distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-69
4.4.1	Data Review	IV-69
4.4.2	Perhitungan Arus Nominal dan Arus Rating	IV-74
4.4.3	Perhitungan Drop Tegangan	IV-81
4.4.3	Perhitungan Rugi – rugi Daya	IV-97
4.5	Analisa	IV-110
4.5.1	Perhitungan Rugi Energi Listrik	IV-110
4.5.2	Drop Tegangan	IV-111
4.5.3	Pemodelan Sistem Kelistrikan Gardu Distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-112

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-114
5.2	Saran	V-114

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola jaringan radial	II-11
Gambar 2.2 Pola jaringan loop	II-12
Gambar 2.3 Pola jaringan jala	II-13
Gambar 2.4 Sistem jaringan spindel	II-14
Gambar 2.5 Gardu beton	II-16
Gambar 2.6 Gardu portal	II-17
Gambar 2.7 Gardu cantol	II-17
Gambar 2.8 Gardu kios	II-18
Gambar 2.9 Gardu hubung	II-18
Gambar 2.10 Skema transformator step down	II-20
Gambar 2.11 Kabel N2XSY	II-22
Gambar 2.12 N2XSEBY	II-22
Gambar 2.13 Kabel NYY	II-23
Gambar 2.14 Kabel NYFGbY	II-24
Gambar 2.15 Konstruksi motor induksi	II-24
Gambar 2.16 Segitiga daya	II-28
Gambar 2.17 MCB 1 fasa dan MCB 3 fasa	II-31
Gambar 2.18 MCCB	II-32
Gambar 2.19 ACB	II-32
Gambar 2.20 OCB	II-33
Gambar 2.21 VCB	II-33
Gambar 2.22 SF6	II-34
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	III-36
Gambar 3.2 Langkah-langkah pelaksanaan penelitian	III-37

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu	IV-39
Gambar 4.2 Eksisting Perencanaan system kelistrikan gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-42
Gambar 4.3 Review perencanaan sistem kelistrikan gardu distribusi Depot CPO	IV-71
Gambar 4.4 Pemodelan Eksisting Sistem Kelistrikan Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-112
Gambar 4.5 Pemodelan Review Sistem kelistrikan Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-113

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data eksisting perencanaan transformator distribusi 20 kV/0,38 kV Gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-40
Tabel 4.2	Data eksisting perencanaan penyulang 20 kV sisi 0,38 kV Gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-41
Tabel 4.3	Rekapitulasi drop tegangan pada eksisting system kelistrikan gardu Distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-57
Tabel 4.4	Rekapitulasi rugi – rugi daya pada eksisting system kelistrikan gardu Distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-68
Tabel 4.5	Data jarak masing – masing beban dan panel review perencanaan Sistem kelistrikan gardu distribusi Depot CPO Pulau Baai Bengkulu	IV-69
Tabel 4.6	Pembagian feeder pada transformator distribusi 1	IV-72
Tabel 4.7	Pembagian feeder pada transformator distribusi 2	IV-72
Tabel 4.8	Pembagian feeder pada transformator distribusi 3	IV-73
Tabel 4.9	Pembagian feeder pada transformator distribusi 4	IV-74
Tabel 4.10	Rekapitulasi kebutuhan pengaman arus lebih dan penampang kabel	IV-80
Tabel 4.11	Rekapitulasi drop tegangan pada masing – masing feeder	IV-95
Tabel 4.12	Rekapitulasi rugi – rugi daya pada masing – masing feeder	IV-109