

**PERENCANAAN PEMASANGAN TRANSFORMATOR SISIPAN
GARDU DISTRIBUSI I.2014**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**IMAM RAFIF
0616 3031 1439**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

**PERENCANAAN PEMASANGAN TRANSFORMATOR SISIPAN
GARDU DISTRIBUSI I.2014**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
IMAM RAFIF
061630311439**

Palembang, Agustus 2019

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

**Ir. Kasmir, M.T
NIP. 196511101992031028**

**Heri Liamsi, S.T, M.T.
NIP. 196311091991021001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003**

**Muhammad Noer, S.S.T., M.T.
NIP. 196505121995021001**

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ “Rahasia kesuksesan adalah melakukan hal yang biasa secara tak biasa”
- ❖ “Setiap hembusan nafas yang diberikan Allah SWT padamu bukan hanya berkah, tapi juga tanggung jawab”
- ❖ “Kau tak dapat meraih sesuatu dalam hidup tanpa pengorbanan sekecil apapun”

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT

Kupersembahkan tulisan ini untuk :

- Kedua orangtuaku , abangku, kakakku, dan Keluargaku
- Kedua Dosen Pembimbingku
- Teman-teman Seperjuanganku
- Orang yang aku sayangi dan selalu mendukung ialah
Bela
- Adik-adik tingkatku
- Almamaterku

ABSTRAK

• PERENCANAAN PEMASANGAN TRANSFORMATOR SISIPAN GARDU DISTRIBUSI I. 2014

(2019 : xvii + 84 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

Imam Rafif
0616 3031 1439
Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya

Seiring dengan berkembangnya ekonomi dan pertumbuhan penduduk di Indonesia, maka kebutuhan akan listrik juga semakin meningkat. Disamping itu pendistribusian energi listrik oleh PLN harus selalu bekerja optimal untuk mempertahankan kualitas produksi energi listrik. Hal ini dapat mengakibatkan salah satu komponen gardu distribusi yaitu transformator yang akan mengalami beban lebih (overload) sehingga dapat mengurangi kualitas penyaluran listrik.

Kondisi tersebut terjadi pada gardu distribusi I.2014 yang berlokasi di penyulang beruang yang melayani beban perumahan dengan beban terpasang sebesar 117,1 kVA sedangkan kapasitas trafo sebesar 100 kVA. Kondisi ini telah melampaui dari kapasitas trafo itu sendiri dengan persentase pembebanan diatas 80% berdasarkan standar SPLN 50:1997 sehingga dari kondisi ini diperlukan solusi untuk mengatasi masalah tersebut yaitu merencanakan pemasangan trafo pada gardu sisipan untuk mengurangi pembebanan dari trafo.

Untuk melakukan studi perencanaan pemasangan trafo sisipan dapat dilakukan dengan simulasi dengan ETAP 12.6. Aplikasi ini dapat digunakan untuk menganalisis pembebanan transformator, drop tegangan dan rugi daya saluran. Hasil yang didapat dari studi ini selanjutnya akan digunakan sebagai pertimbangan untuk dilakukannya pemindahan beberapa beban pelanggan gardu I.2014 ke gardu sisipan dalam hal untuk mengurangi pembebanan dari trafo I.2014 sehingga trafo dapat bekerja optimal

Kata Kunci: Transformator Sisipan, Beban Lebih, Drop Tegangan, Rugi Daya

ABSTRACT
THE PLANNING OF ADDITIONAL TRANSFORMER INSTALLATION
ON DISTRIBUTION SUBSTATION I.2014

(2019 : xvii + 84 Pages + References + Appendixes)

Imam Rafif

0616 3031 1439

**Department of Electro
Engineering Majoring in
Electrical Engineering State
Polytechnic of Sriwijaya**

Along with the development of economic and industrial advancements according to the the population growth in Indonesia, so the demand for electricity is also increased. Besides, the distribution of electrical energy by PLN should always work optimally to maintain the quality of electrical energy production. The growing of electricity consumers can lead one of the distribution substation component, the transformer, will overload so it could reduce the quality.

It happened on I.2014 distribution substations which located in "Beruang's feeder" that serve the housing load with attached load amounted 117.1 kVA, while the transformer capacity amounted 100 kVA. This condition has exceeded the capacity of that transformer with load percentages above 80% based on standard SPLN 50: 1997 where "the optimal distribution transformer conditions are 60% until 80% from its capacity", so these conditions required a solution to solve the problems that occurred, that is planned the installation of additional transformer to reduce the loads from I.2014 transformer substations.

To plan the installation of additional transformer, it can be done with simulation which the application that can help to perform the simulation is ETAP application. This application can be used to analyze the loading of transformer voltage drop and power losses line. The results from the simulations t will be used as consideration for moving customers loads to the additional transformer on the planning the installation of the additional transformer activity so that the planning will do to make that distribution transformers work optimally.

Keyword : Additional Transformer, Overload, Drop Voltage, Losses.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat serta hidayah-Nya lah, penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini yang berjudul **“Perencanaan Pemasangan Transformator Sisipan Gardu Distribusi I.2014”**

Laporan akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya, selain itu laporan ini dibuat agar penulis lebih mendalami materi kuliah yang pernah penulis pelajari.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah turut membantu dan mendukung selama penulis mengerjakan Laporan Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak DR. Ing Ahmad Taqwa, M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T. M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. , selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Muhammad Noer, S.S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Kasmir, M.T. selaku Dosen Pembimbing I
6. Bapak Heri Liamsi, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II
7. Bapak Iswandi selaku Pembimbing Lapangan di PT. PLN (Persero)
8. Kedua orang tua beserta Keluarga yang selalu memberikan dukungan mental, materil dan doanya dalam penulisan Laporan Akhir ini .
9. Dan teman - teman sesama mahasiswa / i jurusan teknik elektro

program studi teknik listrik Politeknik Negeri Sriwijaya serta semua pihak yang tak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan di dalam menyusun laporan ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan dari semua pembaca untuk lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya dan mampu menambah wawasan rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat.....	2
1.5 Metodologi Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	5
2.1.1 Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.1.2 Jaringan Sistem Distribusi Primer	7
2.1.3 Jaringan Sistem Distribusi Sekunder.....	10
2.2 Gardu Distribusi.....	12
2.2.1 Deskripsi Gardu Distribusi.....	12
2.2.2 Gardu Distribusi Sisipan.....	14
2.3 Transformator Distribusi.....	15
2.3.1 Definisi Transformator.....	15

2.3.2	Prinsip Kerja Transformator.....	16
2.3.3	Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator.....	16
2.3.4	Pembebanan Transformator.....	17
2.4	Daya Listrik.....	17
2.4.1	Daya Semu.....	17
2.4.2	Daya Aktif.....	18
2.4.3	Daya Reaktif.....	18
2.4.4	Segitiga Daya.....	19
2.4.5	Faktor Daya.....	19
2.5	Resistansi Penghantar.....	20
2.6	Model Saluran Distribusi.....	21
2.7	Tegangan Jatuh.....	22
2.8	Rugi Daya.....	24
2.9	Karakteristik Beban.....	24
2.9.1	Konsumen Rumah Tangga.....	25
2.9.2	Konsumen Komersial.....	25
2.9.3	Konsumen Pabrik.....	26
2.10	ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>).....	26
2.10.1	Pengertian ETAP.....	26
2.10.2	Standar Simbol ETAP.....	27
2.10.3	Langkah Penggunaan ETAP.....	27
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		32
3.1	Gardu Distribusi I.2014.....	32
3.1.1	Spesifikasi Gardu I.2014.....	33
3.1.2	Jaringan Tegangan Rendah Gardu Distribusi I.2014.....	33
3.1.3	Kapasitas NH Fuse dan NH Holder.....	35
3.2	Data Pembebanan Gardu Distribusi.....	35

3.3	Data Pelanggan Gardu Distribusi I.2014	36
3.4	Data Pendukung	36
3.5	Perencanaan Transformator/Gardu Sisipan	37
3.6	Pelaksanaan Pemasangan Transformator/Gardu Sisipan	38
3.7	Peralatan yang Digunakan	39
3.8	Prosedur Menggunakan ETAP 12.6 untuk Menganalisis Rangkaian	40
3.9	<i>Flowchart</i> menggunakan ETAP 12.6	49
BAB IV PEMBAHASAN		51
4.1	Perencanaan Pemasangan Transformator Sisipan pada Gardu I.2014	51
4.1.1	Simulasi Gardu I.2014 tanpa Trafo Sisipan pada ETAP 12.6	51
4.1.2	Simulasi Gardu I.2014 dengan Trafo Sisipan pada ETAP 12.6	54
4.2	Metode Perhitungan	57
4.3	Perhitungan Parameter Saluran	57
4.4	Perhitungan Daya Terpakai Beban Pelanggan	58
4.5	Perhitungan pada Gardu I.2014 Sebelum dipasang Trafo sisipan	59
4.5.1	Perhitungan Pembebanan Transformator	59
4.5.2	Perhitungan Drop Tegangan	60
4.5.3	Perhitungan Rugi Daya	65
4.6	Perhitungan pada Gardu I.2014 Setelah dipasang Trafo sisipan	68
4.6.1	Perhitungan Pembebanan Transformator	68
4.6.2	Perhitungan Drop Tegangan	71
4.6.3	Perhitungan Rugi Daya	72
4.7	Perhitungan pada Gardu sisipan 160 kVA	73
4.7.1	Perhitungan Pembebanan Transformator	73
4.7.2	Perhitungan Drop Tegangan	75
4.7.3	Perhitungan Rugi Daya	76

4.8	Perbandingan Gardu I.2014 Tanpa dan Dengan Trafo Sisipan	78
4.9	Diagram Batang Perbandingan Hasil Simulasi ETAP 12.6 dan Perhitungan	79
4.10	Analisa Perbandingan Gardu I.2014 Sebelum Rencana Trafo Sisipan	81
4.11	Analisa Perbandingan Gardu I.2014 Setelah Rencana Trafo Sisipan	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	85

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1	Pembagian/Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik..... 7
Gambar 2.2	Sistem Jaringan Distribusi Radial..... 8
Gambar 2.3	Sistem Jaringan Distribusi Loop..... 9
Gambar 2.4	Sistem Jaringan Distribusi Spindel..... 10
Gambar 2.5	Hubungan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah Dan Konsumen..... 10
Gambar 2.6	Komponen Sistem Distribusi Sekunder..... 12
Gambar 2.7	Contoh Gambar Monogram Gardu Distribusi..... 14
Gambar 2.8	Segitiga daya..... 19
Gambar 2.9	Rangkaian ekivalen saluran distribusi..... 21
Gambar 2.10	Diagram fasor saluran distribusi..... 23
Gambar 2.11	<i>Create New Project File</i> 28
Gambar 2.12	<i>User Information</i> 29
Gambar 2.13	Membuka File Project..... 31
Gambar 2.14	<i>Mengcopy / Menyalin File Project</i> 31
Gambar 3.1	Gardu Distribusi I.2014..... 32
Gambar 3.2	Keadaan Panel..... 32
Gambar 3.3	Letak Gardu Distribusi I.2014 pada <i>Single Line</i> Penyulang Beruang..... 33
Gambar 3.4	SUTR Jurusan Gardu Distribusi I.2014 pada aplikasi ArcView 3.3..... 34
Gambar 3.5	Pengaturan Power Grid Pada ETAP..... 41
Gambar 3.6	Pengaturan Bus Pada ETAP..... 42
Gambar 3.7	Pengaturan Trafo Pada ETAP..... 43
Gambar 3.8	Pengaturan Kabel Pada ETAP..... 44

Gambar 3.9	Pengaturan Beban Pada ETAP.....	45
Gambar 3.10	<i>Single line</i> Gardu I.2014 Tanpa Trafo Sisipan pada ETAP 12.6.....	46
Gambar 3.11	<i>Single line</i> Gardu I.2014 Setelah Dipasang Trafo Sisipan pada ETAP 12.6.....	47
Gambar 3.12	<i>Single line</i> Trafo Sisipan Kapasitas 160 kVA pada ETAP 12.6.....	48
Gambar 3.13	Flow chart Menggunakan ETAP 12.6.....	50
Gambar 4.1	<i>Single line</i> hasil simulasi gardu I.2014 tanpa trafo sisipan pada ETAP.....	52
Gambar 4.2	Gambar rencana pemindahan jurusan gardu I.2014 ke Jurusan baru trafo sisipan.....	55
Gambar 4.3	<i>Single line</i> diagram simulasi gardu I.2014 setelah dipasang Trafo sisipan pada ETAP 12.6.....	56
Gambar 4.4	<i>Single line</i> diagram simulasi trafo sisipan kapasitas 160 kVA pada ETAP 12.6.....	56
Gambar 4.5	Letak Titik JTR pada Jurusan A.....	61
Gambar 4.6	Letak Titik JTR pada Jurusan B.....	69
Gambar 4.7	Letak Titik JTR pada Jurusan B setelah rencana trafo Sisipan.....	73
Gambar 4.8	Letak Titik JTR pada Jurusan B pada Gardu Sisipan 160 kVA.....	72
Gambar 4.9	Diagram Batang Perbandingan Total Pembebanan Trafo Gardu I.2014 Sebelum dan Setelah Dipasang Trafo Sisipan Dan Trafo Sisipan 160 kVA.....	79
Gambar 4.10	Diagram Batang Perbandingan Drop Tegangan Jurusan B Sebelum Dan Setelah Pemasangan Trafo Sisipan dan Jurusan B Baru Trafo Sisipan dengan Perhitungan.....	79
Gambar 4.11	Diagram Batang Perbandingan Drop Tegangan Jurusan B	

	Sebelum Dan Setelah Pemasangan Trafo Sisipan dan Jurusan B Baru Trafo Sisipan dengan ETAP	80
Gambar 4.12	Diagram Batang Perbandingan Rugi Daya Jurusan B Sebelum Dan Setelah Pemasangan Trafo Sisipan dan Jurusan B Baru Trafo Sisipan dengan Perhitungan.....	80
Gambar 4.13	Diagram Batang Perbandingan Rugi Daya Jurusan B Sebelum Dan Setelah Pemasangan Trafo Sisipan dan Jurusan B Baru Trafo Sisipan dengan ETAP	81

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 3.1 Tabel Data Pengukuran Arus Saat Beban Puncak Gardu I.2014.....	35
Tabel 3.2 Tabel Data Pengukuran Tegangan Saat Beban Puncak Gardu I.2014.....	36
Tabel 3.3 Jumlah Pelanggan Untuk Setiap Jurusan Gardu.....	36
Tabel 3.4 Data resistansi dan reaktansi kabel penghantar yang Digunakan.....	37
Tabel 3.5 KHA terus menerus Kabel Pilin Udara penghantar aluminium Atau tembaga, berisolasi XLPE/PVC untuk saluran tegangan Rendah dan saluran pelayanan pada suhu keliling maksimum 30 ⁰ C.....	37
Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi Arus per Jurusan pada Gardu I.2014 pada Beberapa kondisi pembebanan.....	53
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Unbalanced Load Flow pada Gardu Distribusi I.2014 Sebelum Rencana Penambahan Trafo Sisipan.....	53
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Unbalanced Load Flow pada Gardu Distribusi I.2014 Setelah Rencana Penambahan Trafo Sisipan.....	54
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Unbalanced Load Flow pada Trafo Sisipan 160 kVA.....	55
Tabel 4.5 Tabel Arus pelanggan dengan pemakaian 30% dan 80%.....	59
Tabel 4.6 Data perhitungan arus total jurusan A sebelum dipasang trafo Sisipan.....	61
Tabel 4.7 Data Hasil Perhitungan drop tegangan per setiap titik Saluran.....	62
Tabel 4.8 Data hasil persentase total drop tegangan Jurusan A per fasa.....	62
Tabel 4.9 Tabel persamaan arus beban total pada setiap penghantar.....	63

Tabel 4.10	Data perhitungan arus total dan drop tegangan per titik	
	Saluran.....	64
Tabel 4.11	Data hasil persentase total drop tegangan Jurusan B per fasa.....	65
Tabel 4.12	Data hasil perhitungan rugi daya pada jurusan A per setiap	
	Titik.....	65
Tabel 4.13	Perhitugan Total Rugi Daya Saluran Jurusan A.....	66
Tabel 4.14	Data hasil perhitungan rugi daya pada jurusan B per setiap	
	Titik.....	67
Tabel 4.15	Perhitugan Total Rugi Daya Saluran Jurusan B.....	68
Tabel 4.16	Tabel persamaan arus beban total pada setiap penghantar.....	69
Tabel 4.17	Data perhitugan arus total jurusan B setelah dipasang trafo	
	Sisipan.....	69
Tabel 4.18	Data Hasil Perhitugan drop tegangan per setiap titik saluran...	71
Tabel 4.19	Data hasil persentase total drop tegangan Jurusan B per fasa.....	72
Tabel 4.20	Data hasil perhitungan rugi daya pada jurusan B per setiap	
	Titik.....	72
Tabel 4.21	Perhitugan Total Rugi Daya Saluran Jurusan B.....	73
Tabel 4.22	Tabel persamaan arus beban total pada setiap penghantar.....	74
Tabel 4.23	Data perhitugan arus total jurusan B pada trafo sisipan.....	74
Tabel 4.24	Data Hasil Perhitugan drop tegangan per setiap titik saluran...	75
Tabel 4.25	Data hasil persentase total drop teganganJ urusan B per fasa.....	76
Tabel 4.26	Data hasil perhitungan rugi daya pada jurusan B per setiap	
	Titik.....	77
Tabel 4.27	Perhitugan Total Rugi Daya Saluran Jurusan B.....	77
Tabel 4.28	Hasil Total Perhitugan dan Simulasi Drop Voltage dan	
	Rugi Daya Saluran pada Gardu I.2014 Sebelum dipasang Trafo	
	Sisipan.....	78
Tabel 4.29	Hasil Total Perhitugan dan Simulasi Drop Voltage dan	
	Rugi Daya Saluran pada Gardu I.2014 Setelah dipasang Trafo	

Sisipan	78
Tabel 4.30 Hasil Total Perhitungan dan Simulasi Drop Voltage dan Rugi Daya Saluran pada Gardu I.2014 pada Trafo Sisipan 160 kVA.....	78

