



ANALISIS PERBAIKAN *DROP VOLTAGE* DENGAN PENAMBAHAN KAPASITOR, PERGANTIAN PENGHANTAR DAN PENGATURAN *TAP* TRANSFORMATOR

(Studi Kasus: *Feeder* Melati PT. PLN Pekanbaru)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

OKTARIANO

11750515174

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2024

2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Oktariano
 NIM : 11750515174
 Tempat, Tgl. Lahir : Pekanbaru, 15 Oktober 1999
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Elektro
 Judul Jurnal : Analisis Perbaikan *Drop Voltage* Dengan Penambahan Kapasitor,
 Pergantian Penghantar Dan Pengaturan Tap Transformator (Studi Kasus :
 Feeder Melati Pt. Pln Pekanbaru)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan jurnal dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu jurnal saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan jurnal saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 10 Januari 2024
Yang membuat pernyataan



Oktariano
 NIM : 11750515174

Hak cipta © UIN Suska Riau
 NIM : 11750515174
 Tempat, Tgl. Lahir : Pekanbaru, 15 Oktober 1999
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Elektro
 Judul Jurnal : Analisis Perbaikan *Drop Voltage* Dengan Penambahan Kapasitor,
 Pergantian Penghantar Dan Pengaturan Tap Transformator (Studi Kasus :
 Feeder Melati Pt. Pln Pekanbaru)
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta © UIN Suska Riau
 NIM : 11750515174
 Tempat, Tgl. Lahir : Pekanbaru, 15 Oktober 1999
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Elektro
 Judul Jurnal : Analisis Perbaikan *Drop Voltage* Dengan Penambahan Kapasitor,
 Pergantian Penghantar Dan Pengaturan Tap Transformator (Studi Kasus :
 Feeder Melati Pt. Pln Pekanbaru)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PERBAIKAN *DROP VOLTAGE* DENGAN PENAMBAHAN KAPASITOR, PERGANTIAN PENGHANTAR DAN PENGATURAN TAP TRANSFORMATOR

(Studi Kasus: *Feeder Melati* PT. PLN Pekanbaru)

TUGAS AKHIR

oleh:

OKTARIANO

11750515174

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 10 Januari 2024

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing

Dr. Liliana, S.T., M.Eng
NIP : 19781012 200312 2 004



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBAIKAN *DROP VOLTAGE* DENGAN PENAMBAHAN KAPASITOR, PERGANTIAN PENGHANTAR DAN PENGATURAN TAP TRANSFORMATOR

(Studi Kasus: Feeder Melati PT. PLN Pekanbaru)

TUGAS AKHIR

oleh :

OKTARIANO
11750515174

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 10 Januari 2024

Pekanbaru, 10 Januari 2024

Mengesahkan,



Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hartono, M.Pd
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI:

- Ketua : Sutoyo, S.T., M.T
 Sekretaris 1 : Dr. Liliana, S.T., M.Eng
 Anggota 1 : Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
 Anggota 2 : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan di perkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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





LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 10 Januari 2024

Yang membuat pernyataan,

Oktariano
11750515174

UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

Barang siapa yang menghendaki kehidupan dunia, maka wajib baginya berilmu, dan barangsiapa yang menghendaki kehidupan akhirat, maka wajib baginya berilmu, dan barang siapa yang menghendaki keduanya, maka wajib baginya berilmu.

(HR.Tirmidzi)

Terima Kasih Ya Allah...

Sembah sujud serta syukurku kepada-Mu ya Allah, zat yang Maha Pengasih namun tak pernah pilih kasih dan Maha Penyayang yang kasih sayang-Nya tak terbilang. Engkau zat yang Maha membolak-balikkan hati, teguhkanlah hati ini di atas agama-Mu ya Allah. Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada sosok panutan umat, pembangun peradaban manusia yang beradab Nabi Muhammad SAW.

Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.

(QS : Al-Mujadilah 11)

Ku persembahkan karya ini untuk Ayahanda tercinta, sosok pejuang dalam hidupku yang tak pernah mengenal kata lelah apalagi mengeluh serta Ibunda tersayang, malaikat tanpa sayap dalam hidupku yang tak kenal waktu siang dan malam selalu menjaga dan melindungi hingga aku bisa sampai seperti sekarang ini, Adik-adik tercinta, seluruh keluarga serta sahabat dan seluruh keluarga besar teknik elektro UIN SUSKA RIAU yang doanya senantiasa mengiringi setiap derap langkahku dalam meniti kesuksesan.

Dan katakanlah: "Ya Tuhan-ku, masukkan aku ketempat masuk yang benar dan keluarkanlah (pula) aku ketempat keluar yang benar dan berilah aku disisi-Mu kekuasaan yang dapat menolongku."

(QS: Al-Isra 80)

| Oktariano |

| 10 Januari 2024 |

ANALISIS PERBAIKAN *DROP VOLTAGE* DENGAN PENAMBAHAN KAPASITOR, PERGANTIAN PENGHANTAR DAN PENGATURAN *TAP* TRANSFORMATOR

(STUDI KASUS *FEEDER* MELATI PT. PLN PEKANBARU)

OKTARIANO

11750515174

Tanggal Sidang : 10 Januari 2024

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

JL.HR. Soebrantas no. 155 Panam, Pekanbaru

ABSTRAK

Permasalahan yang terjadi pada Gardu Induk Bangkinang *feeder* Melati di jaringan distribusi penyaluran listrik terkait dengan *drop voltage*, dengan *feeder* Melati yang merupakan *feeder* terpanjang diantara beberapa *feeder* yang ada di Gardu Induk Bangkinang dengan panjang penghantar 224,5 Kms, dan dari semua *feeder*, *feeder* melati mempunyai pembebanan terbesar 271 A, dan pada *feeder* Melati mempunyai tegangan hantar sebesar 18,5 kV dari tegangan standar 20 kV sehingga terindikasi terjadi *drop voltage* pada sistem *feeder* Melati. Sehubungan dengan permasalahan yang terjadi, penelitian ini bertujuan untuk menekan angka persentase *drop voltage* yang terjadi pada *feeder* Melati <5%, dengan mengikutsertakan analisis simulasi aliran daya dan perhitungan teoritis. Untuk itu metode yang digunakan penulis adalah penambahan kapasitor, pengoptimalan *tap* trafo dan memperbesar luas penghantar untuk menekan presentase *drop voltage* yang terjadi, dengan bantuan *software* ETAP 12.6.0. Pertama melakukan pemodelan *single line diagram* dengan menggunakan *software* ETAP 12.6.0, selanjutnya simulasi aliran daya pada ETAP 12.6.0 dari 15 trafo yang ada pada *feeder* Melati terdapat 8 buah trafo yang mengalami gangguan *drop voltage* Dengan presentase *drop voltage* sebesar 8,72 %, 8,70 %, 9,22 %, 8,53 %, 7,01 %, 8,47 %, 8,89 %, 6,89 %. Setelah dilakukan penambahan kapasitor dengan kapasitas 241 kVAR 2 buah trafo yang tidak mengalami gangguan *drop voltage*, yaitu pada bus 22 dan bus 33, selanjutnya setelah pengoptimalan *tap* trafo 2 buah trafo yang tidak mengalami gangguan *drop voltage* yaitu pada bus 13 dan bus 31. Setelah dilakukan pembesaran luas penghantar dari 210 mm² menjadi 262 mm² tidak ada lagi gangguan *drop voltage* pada *feeder* Melati dan tidak ada lagi bus yang mengalami *drop voltage* <5%. Kesimpulan setelah dilakukan beberapa metode, dapat menekan presentase *drop voltage* yang terjadi pada *feeder* Melati. Dan memenuhi standar PLN drop tegangan <5%.

Kata Kunci : Jatuh Tegangan, Kapasitor, *Tap* trafo, Kabel Penghantar.

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



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALYSIS OF IMPROVING VOLTAGE DROP THROUGH THE ADDITION OF CAPACITORS, REPLACEMENT OF CONDUCTORS, AND TRANSFORMER TAP ADJUSTMENT

(Case Study: Feeder Melati PT. PLN PEKANBARU)"

OKTARIANO

11750515174

Date of Examination : January 10, 2024

Electrical Engineering Department

Faculty of Science and Technology

Sultan Syarif Kasim State Islamic University Riau

St. HR. Soebrantas number.155 Panam, Pekanbaru

ABSTRACT

The issue occurring at the Bangkinang Main Substation, Melati feeder, in the electricity distribution network is related to voltage drop. The Melati feeder is the longest among several feeders at the Bangkinang Main Substation, with a conductor length of 224.5 km. Among all the feeders, Melati has the highest load of 271 A, and the voltage at Melati feeder is 18.5 kV, lower than the standard 20 kV, indicating a voltage drop in the Melati feeder system. In response to this issue, this study aims to reduce the percentage of voltage drop in the Melati feeder to less than 5%, utilizing power flow simulation analysis and theoretical calculations. To achieve this, the author employs methods such as capacitor addition, transformer tap optimization, and increasing the conductor's cross-sectional area to minimize the percentage of voltage drop. The study utilizes ETAP 12.6.0 software. First, a single-line diagram is modeled using ETAP 12.6.0. Subsequently, power flow simulations are conducted in ETAP 12.6.0 for the 15 transformers in the Melati feeder, revealing that 8 transformers experience voltage drop issues with percentages of 8.72%, 8.70%, 9.22%, 8.53%, 7.01%, 8.47%, 8.89%, and 6.89%. After adding capacitors with a capacity of 241 kVAR, two transformers, specifically at bus 22 and bus 33, no longer experience voltage drop issues. Following transformer tap optimization, two transformers at bus 13 and bus 31 also operate without voltage drop issues. Further, after increasing the conductor's cross-sectional area from 210 mm² to 262 mm², there are no more voltage drop issues in the Melati feeder, and none of the buses experience voltage drop below 5%. In conclusion, employing various methods can effectively reduce the percentage of voltage drop in the Melati feeder, meeting PLN's voltage drop standard of less than 5%.

Keywords : Voltage Drop, Capacitor, Transformer Tap, Conductor Cable

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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Pertama dan utama tidak lupa untuk mengucapkan puji dan syukur diucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam tidak lupa juga penulis haturkan kepada Rasulullah SAW, sebagai seorang nabi sekaligus pemimpin umat Islam dan suri tauladan bagi seluruh umat manusia di dunia yang bahwasanya dapat menjadi contoh bagi umat dan menjadi teladan bagi kita semua. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Perbaikan Untuk Mengatasi *Drop Voltage* Dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Pengantar Dan Pengaturan *Tap Transformator* (Studi Kasus *Feeder* Melati PT.PLN Pekanbaru)”.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada di sekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi UIN SUSKA Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

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

1. Ibu, Bapak, dan Kakak tercinta yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil dan doa kepada penulis serta keluarga besar penulis yang selalu mendoakan penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Hairunnas, M.Ag selaku Rektor UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini, ST., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
5. Bapak Sutoyo, S.T, M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
6. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

- penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.T selaku dosen pengampu mata kuliah Tugas Akhir 1 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
 8. Bapak Hasdi Radilles, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan di UIN SUSKA Riau.
 9. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 10 Januari 2024

Penulis,

Oktariano

NIM.11750515174

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



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR RUMUS.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-5
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4 Batasan Penelitian.....	I-6
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2. Penelitian Terkait.....	II-1
2.1.1 Sistem Tenaga Listrik.....	II-5
2.1.2 Sistem Tenaga Listrik Distribusi.....	II-6
2.1.3 Jaringan Distribusi Konfigurasi Radial.....	II-7
2.1.4 Jaringan Distribusi Konfigurasi Loop.....	II-8
2.1.5 Jaringan Distribusi Konfigurasi Spindel.....	II-9
2.1.6 Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	II-9
2.2 Rugi- rugi Daya.....	II-11
2.2.1 Faktor Beban (<i>Load Factor</i>).....	II-11
2.2.2 Rugi-rugi saluran.....	II-12
2.2.3 Rugi-rugi transformator.....	II-13



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

2.2.4	Rugi-rugi (<i>losses</i>)	II-14
2.2.5	Penurunan Tegangan (<i>Voltage Drop</i>).....	II-14
2.3	Kapasitor Bank	II-16
2.3.1	Pemakaian Kapasitor Seri pada Jaringan Distribusi	II-18
2.3.2	Pemakaian Kapasitor Paralel (<i>Shunt</i>) pada Jaringan Distribusi	II-18
2.4	Pergantian Penghantar <i>Feeder</i>	II-18
2.5	Trafo pengubah tap.....	II-20
2.6	ETAP (<i>Electrical Transient Analysis Program</i>)	II-21
2.6.1	Metode Newton Rapsion	II-24
BAB III METODE PENELITIAN.....		III-1
3.1	Jenis Penelitian	III-1
3.2	Lokasi Penelitian	III-1
3.3	Tahapan penelitian	III-1
3.4	Studi Literatur.....	III-3
3.5	Pengumpulan Data Sekunder	III-3
3.6	Simulasi Aliran Daya	III-5
3.6.1	Pemodelan <i>Single Line Diagram</i>	III-6
3.6.2	<i>Input Data</i> Jaringan Tegangan Menengah pada <i>Software</i> ETAP 12.6.0	III-9
3.6.3	Simulasi Menggunakan Bantuan <i>Software</i> ETAP 12.6.0.....	III-11
3.7	<i>Drop Voltage</i>	III-11
3.8	Pemasangan Kapasitor bank.....	III-12
3.9	Pengoptimalan <i>Tap</i> Trafo.....	III-13
3.10	Dengan Pergantian Penghantar	III-14
3.11	Hasil dan Analisa.....	III-15
3.12	Kesimpulan dan Saran.....	III-16
BAB IV PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Hasil Penelitian.....	IV-1
4.2	Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram Feeder</i> Melati.....	IV-1
4.3	Hasil Simulasi Dengan Penambahan Kapasitor	IV-4
4.4	Hasil Simulasi Pengoptimalan <i>Tap</i> Trafo	IV-8
4.4.1	Hasil Simulasi Penyettingan <i>Tap</i> Trafo <i>Settingan</i> 4	IV-8
4.4.2	Hasil Simulasi Penyettingan <i>Tap</i> Trafo <i>Settingan</i> 6	IV-12
4.5	Hasil Simulasi Pembesaran Luas Penghantar	IV-15

BAB V PENUTUP	V-1
5.6 Kesimpulan.....	V-1
5.7 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	i
LAMPIRAN	

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



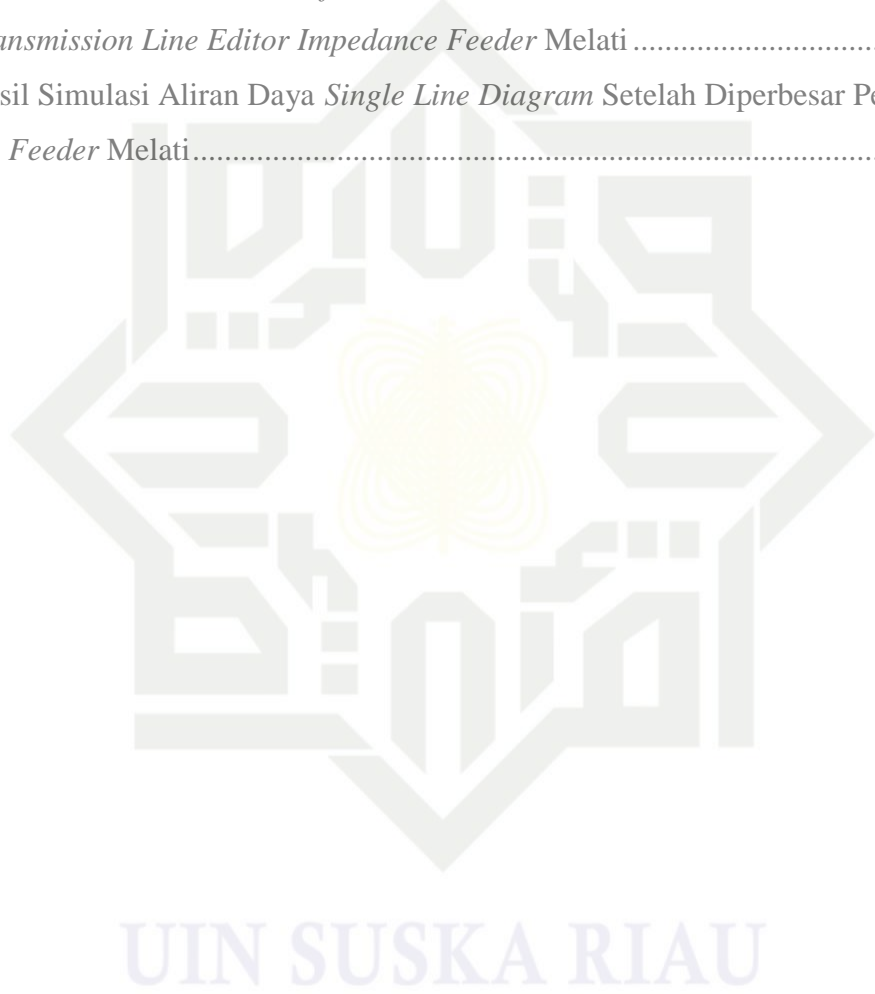
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Aliran Sistem Tenaga Listrik	II-5
Gambar 2. 2 Konfigurasi jaringan distribusi radial	II-8
Gambar 2. 3 Sistem konfigurasi jaringan loop	II-8
Gambar 2. 4 Konfigurasi sistem jaringan Spindel.....	II-9
Gambar 2. 5 Jatuh tegangan pada saluran distribusi	II-15
Gambar 2. 6 Hubungan fasa dengan beban induktif	II-15
Gambar 2. 7 Kapasitor Bank	II-17
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-2
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram</i> UIP3B Sumatera.....	III-3
Gambar 3. 3 <i>Icon</i> Power Grid dan Inputan.....	III-6
Gambar 3. 4 <i>Circuit breaker</i>	III-6
Gambar 3. 5 <i>Bus</i>	III-7
Gambar 3. 6 <i>Icon</i> trafo pada GI Koto Panjang dan inputan	III-7
Gambar 3. 7 <i>Icon cable</i> dan inputan.....	III-7
Gambar 3. 8 <i>Icon</i> trafo pada GI Bnamgkinang dan inputan.....	III-8
Gambar 3.9 <i>Icon</i> trafo distribusi dan inputan	III-8
Gambar 3.10 <i>Icon lumped load</i>	III-8
Gambar 3.11 <i>Model Single Line Diagram Feeder</i> Melati.....	III-9
Gambar 3.12 <i>Input</i> data transformator daya <i>feeder</i> melati	III-9
Gambar 3.13 <i>Input</i> data beban salah satu trafo penyulang distribusi	III-10
Gambar 3. 14 <i>Input</i> data salah satu trafo distribusi <i>feeder</i> melati	III-10
Gambar 3. 15 <i>Input</i> data Impedansi sumber PLTA Koto panjang	III-11
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Pada <i>Feeder</i> Melati Setelah Running.....	IV-2
Gambar 4.2 Rating Kapasitor <i>Single Line Diagram</i> Pada <i>Feeder</i> Melati.....	IV-5
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram</i> Pada <i>Feeder</i> Melati Setelah Penambahan Kapasitor	IV-6
Gambar 4.4 <i>Settingan</i> Pada Sisi Sekunder <i>Tap</i> Trafo T.BG.173 Pada <i>Feeder</i> Melati.....	IV-8
Gambar 4.5 <i>Settingan</i> Pada Sisi Sekunder <i>Tap</i> Trafo T.BG.191 Pada <i>Feeder</i> Melati.....	IV-9
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram</i> Pada <i>Feeder</i> Melati Setelah Penyettingan <i>Tap</i> Trafo	IV-10



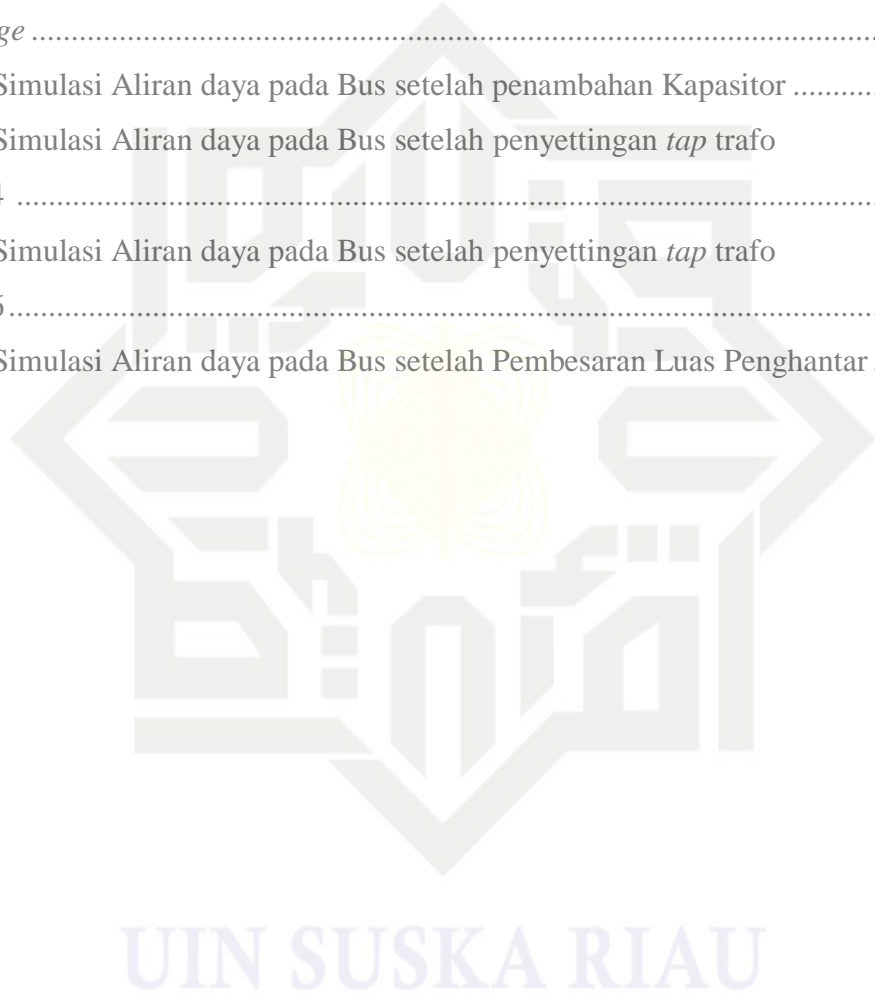
	Gambar 4.7 <i>Settingan</i> Pada Sisi Sekunder <i>Tap</i> Trafo Nilai 6 <i>Feeder</i> Melati	IV-12
	Gambar 4.8 Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram</i> Setelah Penyettingan <i>Tap</i> Trafo bernilai 6	IV-13
	Gambar 4.9 <i>Transmission Line Editor Info Feeder</i> Melati	IV-16
	Gambar 4.10 <i>Library Quick Pick Transmission Line Feeder</i> Melati	IV-16
	Gambar 4.11 <i>Transmission Line Editor Info Feeder</i> Melati	IV-17
	Gambar 4.12 <i>Transmission Line Editor Impedance Feeder</i> Melati	IV-17
	Gambar 4.13 Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram</i> Setelah Diperbesar Penghantar Pada <i>Feeder</i> Melati.....	IV-18





DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Pembebanan pada <i>feeder</i> Melati.....	III-4
Tabel 3.2	Panjang penyulang GI Bangkinang	III-5
Tabel 4.1	Hasil Simulasi aliran daya pada Bus-Bus yang mengalami gangguan <i>drop voltage</i>	IV-3
Tabel 4.2	Hasil Simulasi Aliran daya pada Bus setelah penambahan Kapasitor	IV-7
Tabel 4.3	Hasil Simulasi Aliran daya pada Bus setelah penyettingan <i>tap</i> trafo <i>settingan</i> 4	IV-11
Tabel 4.4	Hasil Simulasi Aliran daya pada Bus setelah penyettingan <i>tap</i> trafo <i>settingan</i> 6.....	IV-14
Tabel 4.5	Hasil Simulasi Aliran daya pada Bus setelah Pembesaran Luas Penghantar ...	IV-19



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



DAFTAR RUMUS

Rumus	2.1 Perhitungan <i>Loss Factor</i>	II-11
Rumus	2.2 Perhitungan Rasio Beban Rata-rata.....	II-12
Rumus	2.3 Perhitungan Arus Rata-rata	II-12
Rumus	2.4 Perhitungan Rugi Daya Aktif.....	II-12
Rumus	2.5 Perhitungan Rugi Daya Reaktif.....	II-12
Rumus	2.6 Perhitungan <i>Drop Voltage</i>	II-12
Rumus	2.7 Perhitungan Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi	II-13
Rumus	2.8 Perhitungan <i>losses</i> pada trafo.....	II-14
Rumus	2.9 Perhitungan <i>Voltage Drop</i> Pada Jaringan 3 Phasa	II-15
Rumus	2.10 Perhitungan besarnya jumlah nilai <i>Drop Voltage</i> pada distribusi	II-16
Rumus	2.11 Perhitungan Penentuan Nilai Bank Kapasitor	II-17
Rumus	2.12 Perhitungan Besar <i>Drop Voltage</i> pada penghantar kabel.....	II-20
Rumus	2.13 Perhitungan Besar presentase <i>Drop Voltage</i> pada penghantar kabel.....	II-20
Rumus	2.14 Perhitungan Rasio lilitan Trafo	II-20
Rumus	2.15 Perhitungan Tegangan Primer Trafo.....	II-20
Rumus	2.16 Perhitungan hasil penyetingan tap trafo.....	II-20
Rumus	2.17 Perhitungan Rata-Rata Jatuh Tegangan	II-23

UIN SUSKA RIAU

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



DAFTAR SINGKATAN

- = *Single Line Diagram*
- = Gardu Induk
- = Saluran Udara Tegangan Menengah
- = Jaringan Tegangan Rendah
- = Jaringan Tegangan Menengah
- = *Electrical Transient Analysis Program*
- = Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi
- = Saluran Udara Tegangan Menengah
- = Saluran Udara Tegangan Tinggi
- = Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah
- = *All Alluminium Alloy-Conductor*
- = *All Alluminium Alloy Conductor-Single*
- = *Bare conductor*

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



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik adalah suatu bentuk energi yang mempengaruhi hidup dan kehidupan manusia modern saat ini. Semakin luasnya ilmu pengetahuan menghasilkan banyak hal-hal baru yang pada dasarnya memerlukan listrik sebagai salah satu sumber energinya. Sehingga, dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan keperluan listrik dalam kegiatan sehari-hari, membuat pemakaian listrik meningkat setiap tahunnya. Keperluan listrik di berbagai daerah dari lalu hingga sekarang selalu berbeda yang membedakannya yaitu pada besaran pemakaian listrik dan banyaknya penduduk di daerah itu, sehingga penyediaan listrik dan penggunaan pembangkit yang digunakan juga berbeda pada setiap daerah[1]. Penyediaan listrik di Indonesia masih mencapai rasio elektrifikasi sekitar 90% Bagian yang mendapat penyediaan tenaga listrik dari PT. PLN (Persero), masih ada 10% bagian lagi yang belum mendapat penyediaan pasokan listrik, biasanya yaitu tempat dan daerah-daerah terpencil di Indonesia, lalu masih banyak yang pasokan dayanya tidak memenuhi standar PLN, baik dari aspek tegangan maupun aspek keandalan[2].

Pada pengiriman tenaga listrik ada 3 bagian yaitu pembangkit tenaga, transmisi tenaga, dan distribusi tenaga. Pada saat penyaluran tenaga listrik memiliki beberapa gangguan diantaranya adalah masalah *short circuit* (hubung singkat), masalah beban berlebih (*overload*), lalu masalah ketidakstabilan (*Instability*), masalah tegangan berlebih (*over voltage*) dan masalah jatuh tegangan (*drop voltage*)[3]. Masalah gangguan jatuh tegangan atau yang biasa disebut dengan *drop voltage* adalah gangguan yang membuat tegangan kirim pada konsumen tidak sama dengan yang ada pada pembangkit. Gangguan ini disebabkan dari hambatan dalam pada penghantar, jarak penyulang yang terlalu jauh, dan arus yang terlalu besar[4].

Sistem distribusi menghubungkan semua hal yang menggunakan listrik ke saluran listrik besar atau ke saluran transmisi. Itu terjadi di gardu induk yang, di mana pada gardu induk dilakukan perubahan tegangan, pemutusan tegangan (*breaker*) dan penyambung beban (*switching*) listrik dibuat aman untuk digunakan dan dapat diubah ke jumlah yang tepat sesuai kebutuhan, sistem distribusi merupakan sistem yang bertujuan menyalurkan tenaga listrik kepada pengguna listrik, pembagian jaringan distribusi berdasarkan tingkatan tegangannya pada gardu distribusi dibagi menjadi dua jenis yaitu jaringan distribusi tegangan menengah (JTM) dan jaringan distribusi tegangan rendah (JTR)[5].



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

Pada pembangkitan di gardu induk Bangkinang mempunyai kapasitas sebesar 60 MVA). dengan melayani daerah Bangkinang dan sekitarnya. GI Bangkinang mendapat aliran tegangan dari sumber pembangkit PLTA Koto Panjang dengan pembangkitan daya sebesar 114 MW (3 x 38 MW). Merk transformator PLTA Elin tahun 1996 dengan *type 3 phase cooler ONAF Out Door* dengan *capacity* 45.0000 kVA x 3 unit dengan daya 11/150 kV per unit.

Pada GI bangkinang mempunyai 2 buah Transformator daya yang melayani 6 buah penyulang, pada Transformator daya pertama berkapasitas 60 MVA melayani empat *feeder*, *feeder* melati, *feeder* matahari, *feeder* sakura dan *feeder ekspres* suram. Dan ditransformator daya kedua berkapasitar 30 MVA melayani 2 *feeder*, *feeder* lavender dan *feeder* prambanan. Dari semua *feeder*, *feeder* melati mempunyai pembebanan terbesar 271 A, dengan pembebanan sebesar itu maka terjadi drop tegangan pada sistem penyulang melati.

Pada sistem tenaga listrik yaitu standar SPLN No. 72 tahun 1987 mengatakan batas *drop voltage* yang dianjurkan tidak bisa lebih dari 5% dari tegangan kerja nominalnya, hal ini bermaksud untuk memprotect pelanggan listrik supaya tidak mengurangi kinerja peralatan listrik pelanggan[8]. *Drop voltage* adalah hilang dan turunnya tegangan hantar disepanjang kawat penghantar karena nilai impedansi pada kawat penghantar itu sendiri, Tingginya arus pembeban dan semakin panjang kawat penghantar maka akan membuat semakin tinggi pula nilai *drop voltage* yang akan terjadi[9]. Pada sistem tenaga listrik yang bagus harus mempunyai tegangan yang konstan dan stabil dan tidak melebihi batas yang diizinkan lalu rugi-rugi daya yang diharapkan tidak besar. Batas yang diizinkan yang diharapkan untuk nilai suatu tegangan dari direktorat jendral listrik dan penggunaan energi (2004:79) adalah -10% dan +5% dari nilai minimumnya[10].

Capacitor bank mempunyai fungsi memperbaiki faktor daya dan menahankan tegangan pada batas yang diizinkan. apabila salah satu jaringan tidak ada sumber daya reaktif di sekitar beban reaktifnya, maka akan kebutuhan daya reaktif akan dikirimkan dari generator maka arus reaktif akan mengalir melalui jaringan yang akan membuat faktor daya dan tegangan pada sistem akan menurun. Masuknya daya reaktif oleh beban ini akan membuat *drop voltage*. Jatuhnya faktor daya dan tegangan akan dapat diminimalisir dengan pemasangan *capacitor bank* di posisi yang terbaik. Penambahan *capacitor bank* akan memperbaiki faktor daya dan tegangan[11].

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
 Satef Ismail, UIN Suska Riau
 Syarif Kasim Ragu

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

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Drop voltage dapat dikurangi dengan men-*setting* pengaturan *tap changer*, *tap changer* adalah sebuah alat yang berfungsi dengan cara mengganti perubahan perbandingan lilitan pada transformator yang akan mendapat tegangan pada sisi sekunder yang stabil. Pada sebuah *tap changer*, mempunyai kedudukan tap yang berfungsi mendapatkan tegangan keluaran atau sekunder yang stabil sesuai dengan tegangan masukan atau primer. Kecilnya tegangan masukan yang diperoleh akan membuat semakin besar nilai yang akan *disetting* pada *tap changer*[12]. Penyettingan pada pengaturan rasio tap trafo bisa mengurangi kemungkinan *drop voltage* yang relatif kecil untuk memperbaiki tegangan sistem tenaga listrik, kecuali pada sisi keluaran tranfo bus yang *disetting*. kalo penambahan *capacitor bank* dan penyettingan rasio tap trafo dengan kedua metode akan menyebabkan perubahan yang kelihatan terhadap naiknya tegangan pada sistem dan rugi-rugi saluran yang terjadi akan menyebabkan penurunan *drop voltage* yang lebih besar dari pada ketika dengan menggunakan *capacitor bank* atau pengaturan rasio tap trafo saja[1].

Solusi lainnya terkait drop tegangan adalah dengan pergantian penghantar dengan penggantian besarnya luas penampang saluran yang awalnya gardu induk bangkinang menggunakan kabel AAACS dengan nilai 210 mm^2 lalu diubah menjadi 240 mm^2 dengan diubahnya panjang salurannya, maka perubahan tegangan terima akan mengalami perubahan untuk meminimalisir jatuh tegangan pada sistem akan mengalami perubahan tegangan terima sebesar 0,2 kV dan besar drop tegangan yang terjadi berkurang hingga kisaran 1 %[13]. *Drop voltage* akan berkurang ketika pergantian kabel penghantar dengan yang lebih besar dan memperbesar luas penampang *feeder*. Memperbesar luas penampang kabe dan mengganti kabel penghantar menggunakan AAACS (*All Alumunium Alloy Conductor*) berakibat perubahan yang signifikan pada tegangan keluaran dan tegangan terima pada sistem tenaga listrik, dan akan mengurangi kemungkinan terjadinya *losses*. Semua itu sangat baik untuk PT. PLN (Persero) dan pelanggan sebab ketika menurunkan kemungkinan terjadinya *losses* dapat menaikkan kehandalan pada sistem tenaga listrik tersebut[13].

Masalah penurunan tegangan pada feeder Melati ULP Bangkinang didasarkan pada informasi dari wawancara dengan pihak PLN, khususnya pak Andhika, seorang pegawai di ULP Bangkinang, pada tanggal 10 Januari 2022. Menurutnya, trafo di ULP Bangkinang mengalami beban berlebih lebih dari 110%. Akibatnya, tegangan listrik yang disalurkan ke konsumen menjadi tidak stabil, mengalami fluktuasi. Hal ini mengakibatkan gangguan pada kestabilan tegangan dan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penurunan

tegangan di ULP Bangkinang, terutama pada jaringan atau feeder Melati. PLN mengusulkan solusi dengan menginterkoneksi setiap gardu, sehingga mereka memanfaatkan penyulang sakura untuk menjaga tegangan di sistem penyulang melati. Namun, jika pendekatan ini terus dilakukan, penyulang sakura juga berisiko terganggu. Dengan penambahan beban setiap tahun, ada kekhawatiran bahwa penyulang sakura mungkin tidak mampu lagi mengatasi kekurangan tegangan dari penyulang melati. Hal ini dapat mempengaruhi masa pakai trafo karena harus menyesuaikan dengan beban dari penyulang lain. Lalu didapatkan bahwa pada *feeder* Melati mempunyai tegangan hantar sebesar 18,549 kV dari 20 kV nilai tegangan nominal tegangan hantar pada sistem distribusi.

ULP Bangkinang melayani sekitar 94.421 pelanggan dengan kapasitas total trafo mencapai 75.556 kVA. *Feeder* Melati terdiri dari enam penyulang berikut: *feeder* Matahari dengan panjang 135,8 Kms, *feeder* Sakura 110,38 Kms, *feeder* Lavender 98,59 Kms, *feeder* Melati 224,5 Kms, *feeder* Prambanan 108,3 Kms, dan *feeder* Maroko 52,5 Kms. Dengan demikian, total panjang keseluruhan *feeder* mencapai 730,07 Kms. Dari keenam feeder di GI Bangkinang, feeder Melati memiliki jarak penghantar paling panjang dengan beban penyulang mencapai 271 A. Oleh karena itu, kemungkinan besar terjadi *Drop Voltage* paling signifikan dibandingkan dengan feeder lainnya. Dengan jumlah pelanggan mencapai 94.421, setiap tahunnya terjadi peningkatan penggunaan listrik di rumah tangga, sebagian besar disebabkan oleh pertumbuhan populasi. Berbagai langkah diambil untuk mengurangi insiden *drop voltage* di jaringan distribusi listrik 20kV. Hal-hal untuk memperbaiki pada konfigurasi jaringan sistem distribusi, pemasangan *capacitor* dan menaikkan tegangan dengan *tap changer* di trafo pada GI Bangkinang. Upaya tersebut hanya mengurangi drop tegangan sebesar 3,5% dengan nilai tersebut belum masuk kepada standar yang telah diizinkan PLN dengan *drop voltage* 5%, berbagai cara tadi untuk mengurangi *drop voltage* tersebut belum maksimal, jadi diperlukan metode yang lain untuk mengurangi *drop voltage* yang terjadi di jaringan distribusi pada sistem tenaga listrik khususnya pada *feeder* melati. Untuk mendapatkan hasil perbaikan yang optimal dan kompleks, pada penelitian ini menggabungkan tiga buah metode untuk mengatasi *drop voltage* yang terjadi di *feeder* Melati, yaitu dengan melakukan perbaikan atau mengoptimalkan dari tap changernya lalu dengan metode memperbesar luas kabel penghantar lalu menggunakan penambahan *capacitor* di jaringan *feeder* Melati Dengan demikian *output* tegangan atau tegangan akhir dari *feeder* melati mencapai ketetapan atau

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

standarisasi tegangan yang telah ditetapkan oleh PLN. Hal tersebut merupakan solusi terbaik, karena peneliti sebelumnya hanya berfokus dengan satu metode atau satu solusi saja, dengan tiga metode merupakan suatu perkembangan dalam sistem distribusi dan dapat menjadi masukan juga bagi pihak PLN.

Saat melakukan penelitian pak andhika selaku pegawai pada GI Bangkinang mengungkapkan bahwa terdapat 6 Penyulang dengan total panjang penghantar keseluruhan 30 Kms, *feeder* Melati mempunyai panjang penyulang jaringan tegangan rendah 224,5 Kms. Dari semua *feeder* yang ada, *feeder* Melati merupakan penghantar terpanjang diantara *feeder* lainnya. Dikarenakan pada penghantar di *feeder* Melati merupakan penghantar terpanjang sehingga besar kemungkinan terindikasi terjadinya *drop voltage* dan persentasenya menjadi sangat tinggi. Dikarenakan permasalahan yang terjadi pada *feeder* melati gardu induk bangkinang maka penulis membuat penelitian dengan judul “**Analisis Perbaikan Untuk Mengatasi Drop Voltage Dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Pengantar Dan Pengaturan Tap Transformator (Studi Kasus Feeder Melati PT. PLN Pekanbaru)**”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa besarnya drop tegangan pada *Feeder* Melati PT.PLN (PERSERO) Pekanbaru.
2. Bagaimana pengaruh penambahan kapasitor pada *Feeder* Melati PT.PLN (PERSERO) Pekanbaru.
3. Bagaimana pengaruh pengaturan tap transformator terhadap drop tegangan pada *Feeder* Melati PT.PLN (PERSERO) Pekanbaru.
4. Bagaimana pengaruh pergantian penghantar terhadap drop tegangan pada *Feeder* Melati PT.PLN (PERSERO) Pekanbaru.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis besarnya nilai drop tegangan pada *Feeder* Melati PT.PLN (PERSERO) Pekanbaru.
2. Untuk menganalisis hasil dari penambahan kapasitor yang telah diuji dengan *software* ETAP dan perhitungan manual.
3. Untuk menganalisis hasil dari pengaturan tap transformator yang telah disimulasikan pada *software* ETAP.

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



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

4. © Untuk menganalisis pengaruh pergantian penghantar terhadap drop tegangan pada *Feeder* Melati PT.PLN (PERSERO) Pekanbaru.

1.4 Batasan Penelitian

Agar pembahasan tidak terlalu luas, oleh karena itu peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Data arus beban didasarkan pada nilai rata-rata arus beban harian yang mengalir pada *Feeder* Melati
2. Perbaikan dilakukan tanpa mempertimbangkan harga atau nominalnya tetapi mempertimbangkan keefektifan dari perbaikan tersebut.
3. Penelitian ini berfokus pada tiga metode dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Pengantar dan Pengoptimalan Tap Trafo.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Untuk meningkatkan kompetensi dalam kegiatan memperbaiki adanya gangguan drop tegangan untuk kedepannya sehingga meminimalisir drop tegangan yang terjadi menggunakan aplikasi ETAP
2. Dapat dijadikan referensi dalam mengurangi dampak yang terjadi akibat drop tegangan, serta dapat memberikan kemudahan dalam penyelesaian permasalahan umum yang terjadi pada sistem tenaga listrik.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pembaca serta pihak lain yang berkepentingan untuk melakukan penelitian selanjutnya mengenai gangguan jatuh tegangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Dalam Tugas Akhir ini, penulis melakukan review literatur dengan mencari teori dan referensi yang relevan dengan permasalahan yang hendak diselesaikan. Berikut beberapa penelitian yang relevan yang telah ditelusuri.

Dalam penelitian [14], ditemukan masalah jatuhnya tegangan pada feeder jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di Teluk Kuantan. Untuk mengatasi masalah tersebut, penambahan kapasitor dan perluasan luas penampang dilakukan. Ini bertujuan untuk meningkatkan faktor daya dengan bantuan capacitor bank yang mengurangi arus ke penghantar. Sementara itu, memperbesar luas penampang penghantar juga berfungsi untuk mengurangi hambatan di saluran.

Pada penelitian ini mempunyai hasil *running* dari *Software* ETAP 7.5 dengan tegangan sekunder terendah sebelum dipasangnya *capacitor bank* untuk penyulang 2 dengan nilai 14,87 kV dengan persentase jatuh tegangan 23,24%, penyulang 3 dengan nilai 17,10 kV dengan persentase jatuh tegangan 11,84%, penyulang 4 dengan nilai 17,22 kV dengan persentase jatuh tegangan 13,12%, penyulang 5 dengan nilai 17,89 kV dengan persentase jatuh tegangan 9,72%. Lalu dilakukanlah pemasangan dari *capacitor bank* 6 x 300kVAR dengan mendapatkan tegangan ujung terendah untuk penyulang 2 dengan nilai 16,17 kV persentase jatuh tegangan sebesar 16,54%, dan kedua dipasang *capacitor bank* 4 x 300kVAR pada penyulang 3 dengan nilai 17,7 kV persentase jatuh tegangan 8,14%, lalu dipasang *capacitor bank* 2 x 300kVAR untuk penyulang 4 dengan nilai 17,73 kV dengan persentase jatuh tegangan 10,55%, dan dipasang *capacitor bank* 3 x 300kVAR untuk penyulang 5 dengan nilai 18,32 kV dengan persentase jatuh tegangan 7,54%. Sesudah dibesarkannya luas penampang kabel saluran jaringan tegangan rendah dipenyulang 2 dengan nilai 16,92 kV dengan persentase jatuh tegangan 12,66%, untuk penyulang 3 dengan nilai 17,63 kV dengan persentase jatuh tegangan 9,12%, di penyulang 3 dengan nilai 18,04 kV dengan persentase jatuh tegangan 8,98%, untuk penyulang 4 dengan nilai 18,89 kV dengan persentase jatuh tegangan 4,68%. menggabungkan dari kedua metode pada tegangan hantar untuk penyulang 2 dengan nilai 18,58 kV dengan persentase jatuh tegangan 4,22%, penyulang 3 dengan nilai 18,44 kV dengan persentase jatuh tegangan

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1,93%, penyulang 4 dengan nilai 19,13 kV dengan persentase jatuh tegangan 3,48%, penyulang 5 dengan nilai 19,23 kV dengan persentase jatuh tegangan 2,95% [14].

Dipenelitian[1] menganalisis perbaikan faktor daya dengan menggunakan metode penggunaan *capacitor* dan penyettingan *tap changer*, melalui simulasi *power world simulator*. Tujuan dari penelitian ini yaitu dengan mengurangi kemungkinan rugi-rugi daya yang terjadi, faktor daya akan dapat dijaga pada ukuran atau nilai yang ditetapkan sehingga kelanjutan dan kemampuan berkerjanya sistem tenaga listrik dapat bekerja sesuai yang diharapkan[15]. Dari hasil penelitian, pada hasilnya untuk menunjukkan kondisi sebelum *eksisting*, ada juga bus yang terdapat jatuh tegangan lalu jumlah rugi-rugi daya pada sistem dengan nilai 14,5 MW. Lalu dengan pemakaian *capacitor*, tegangan hantar pada sistem tenaga terdapat naiknya tegangan hantar dengan baik, yang menyebabkan berkurangnya tegangan yang melebihi nilai standarisasi yang membuat rugi-rugi pada sistem tenaga mengalami penurunan menjadi menjadi 14,0 MW. Dan pada penyettingan rasio *tap changer*, tegangan hantar sistem tenaga listrik tidak terlalu berpengaruh untuk mengurangi *drop voltage* yang terjadi, berbeda ketika sisi sekunder transformator daya yang *disetting* yang membuat rugi-rugi pada sistem tenaga hampir mendekatinya dengan nilai 14,5 MW. Pada hal penambahan *capacitor* dan penyettingan rasio *tap changer* bersamaan, akan membuat *drop voltage* tidak lebih dari 5 % lalu jumlah rugi-rugi pada sistem tenaga turun hingga 13,8 MW[1].

Pada penelitian[16] jatuhnya faktor daya lalu *drop voltage* banyak ditemukan diperusahaan besar yang mengakibatkan banyak tingginya pembebanan induktif di industri tersebut. Pembebanan induktif yang tinggi akan disebabkan dari pembebanan induksi tiga *phase*. Dengan maksud dari penelitian agar memperbaiki nilai pembebanan induktif di sistem tenaga listrik pada jaringan distribusi. Cara yang dipakai untuk memasang *capacitor bank* yaitu memakai cara algoritma genetika pada *software ETAP (Electrical Transient Analysis Program)*. Perhitungan analisis aliran daya dengan penggunaan teori Newton Raphson agar mendapat daya aktif dan reaktif lalu membuat aspek *power factor* dan tegangan, lalu rugi-rugi daya pada sistem. Hasil pada penelitian dengan cara menggunakan *capacitor* dengan nilai 994,6 mF dan 51 kVAR pada bus 2 dan bus 4, menggunakan besarnya daya kirim kVAR dengan *capacitor bank* diharapkan dapat bekerja dengan baik pada setiap keadaan yang diterima. Salah satu dari keadaannya ialah pada kondisi peak load, keadaan *unloading* dan *loading*. Pada kesimpulan nilai simulasi juga ide dari peneliti memakai kontrol faktor daya sebagai pengawasan tekanan kVAR kepada bus itu.

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Kesimpulan pengoptimalan daya reaktif ini diharapkan menekan keseluruhan rugi-rugi terjadi hingga 21% [16].

Penelitian[17], Penelitian ini bermaksud mendapatkan pengaruh berubahnya tegangan disisi keluaran pada *tap changer*, akibat memperbaiki *power factor* dan membandingkan sesudah juga sebelum hal memperbaiki pada GI 150 KV Bantul – GI 150 KV Godean. cara yang diperlukan agar pengoptimalan tegangan ialah menggunakan penyetingan *tap changer* yang ada ditransformator daya supaya menaikkan tegangan hantar dengan cara mensimulasikan pada ETAP 12.6. Dengan melihat dari penelitian yang dilakukan, pada kondisi sebelum *eksisting* tegangan di bus 4 sebelum penyetingan *tap changer* biasanya dalam 1 bulan ialah 19,918 kV, sesudah *eksisting* menjadi 20,084 kV. Sehingga terjadi kenaikan tegangan pada bus 4 sebesar 0,165 kV. peletakan daya yang sesuai untuk mendapatkan keadaan terbaik di tegangan sisi terima sesuai angka yang diharapkan 5% dari nilai hantar normal 20 kV[17].

Pada pembahasan tentang penghantar ini[13] disebabkan penyaluran tegangan diawali dari pembangkit listrik hingga pelanggan listrik yang jarak cukup jauh sehingga akan menyebabkan kemungkinan adanya rugi-rugi, diantaranya ialah kerugian pada tegangan. Dipenelitian memakai bantuan dari ETAP 12.6. jatuh tegangan di jaringan penghantar listrik melalui garis besar berbeda jauh pada area penghantar kabel. Dari pada itu menambahkan besarnya penampang kabel membuat perubahan yang signifikan pada memperbaiki *drop voltage*. Cara sehingga perbaikan *drop voltage* di jaringan tegangan rendah juga jaringan tegangan distribusi pada 20 kV antara lain ialah rekonduktor penghantar yaitu memperbesar kabel penghantar membuatnya lebih besar dari sebelumnya juga mengubah jenis penampang kabel. pada kasus ini digunakan kabel jenis AAAC (All Aluminium Alloy Conductor) 70 mm²., AAAC (All Aluminium Alloy Conductor) 150 mm²., AAAC (All Aluminium Alloy Conductor) 240 mm²., sehingga kesimpulannya adalah ketika setelah digunakan besaran kabel yang berbeda dengan nilai jatuh tegangannya 1,16%, 0,58%, dan 0,43%. Jadi ketika diganti besaran jenis kabel penghantar dengan menambah besaran penghantar membuat turunnya jatuh tegangan yang terjadi, membuat keandalan sistem tenaga listrik menjadi lebih baik [13].

Dari beberapa penelitian tentang mengurangi *drops voltage* pada setiap peneliti-peneliti terdahulu, didapatkan metode untuk menguranginya. Lalu pada studi literatur yang ada, dengan menggabungkan semua metode dari penambahan kapasitor, pergantian penghantar dan pengoptimalan tap trafo merupakan solusi terbaik dalam mengurangi dan

menyeimbangkan *drops voltage* pada sistem tenaga listrik khususnya sistem distribusi pada Feeder Melati PT.PLN Pekanbaru.

Penelitian yang akan dilakukan berjudul “Analisa Perbaikan Untuk Mengatasi Drop Tegangan pada objek Dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Pengantar Dan Optimalan Tap Trafo Menggunakan ETAP Pada Feeder Melati PT. PLN Pekanbaru.” Karena adanya beban yang cukup besar pada Penyulang Melati dan jarak antar trafo yang berlebihan dikarenakan penghantar yang panjang, maka terjadi gangguan pada Penyulang Melati, khususnya terkait jatuh tegangan yang melebihi batas yang ditetapkan oleh PLN. Menanggapi permasalahan tersebut, peneliti mengusulkan solusi dengan mengintegrasikan tiga metode untuk meminimalisir jatuh tegangan pada Penyulang Melati yaitu penambahan kapasitor, penggantian konduktor, dan optimalisasi tap trafo. Kajian ini mengutamakan pemenuhan kebutuhan Feeder Melati tanpa mempertimbangkan aspek ekonomi secara tegas.

Pada metode penambahan *capacitor bank* juga penyetingan nilai tap trafo, dan memperbesar luas penampang kabel dengan serentak akan menyebabkan perubahan yang sangat terlihat pada naiknya tegangan di sistem tenaga listrik dan juga rugi-rugi yang terjadi di *feeder* melati yang menyebabkan turunnya jatuh tegangan pada *feeder* melati, sehingga jatuh tegangan yang terjadi pada *feeder* melati mencapai nilai jatuh tegangan yang diizinkan, dari pada ketika memakai *capacitor bank* dan hanya memakai penyetingan *tap* trafo dan atau pun hanya memperbesar luas penampang kabel.

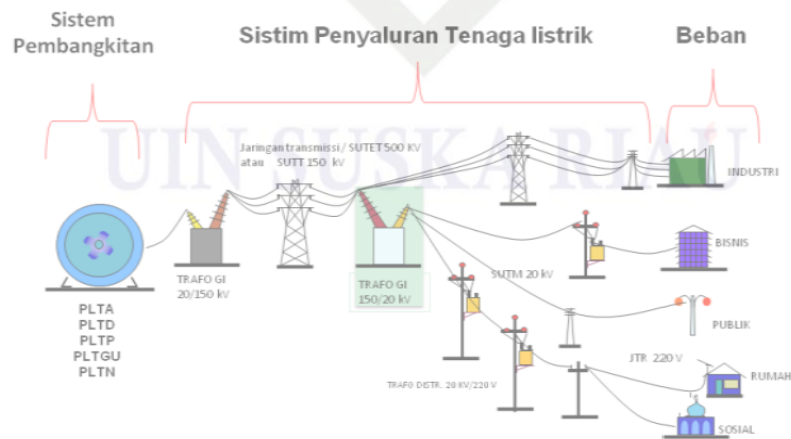
Pengembangan ini muncul karena banyak orang yang hanya menggunakan satu metode dalam menyelesaikan masalah. Dengan mengkombinasikan beberapa pendekatan, seperti penambahan kapasitor, penggantian penghantar, dan optimalisasi tap trafo, dapat ditemukan solusi optimal untuk mengurangi drop tegangan yang umum ditemui dalam bidang kelistrikan. Mengurangi drop tegangan ini memiliki manfaat bagi PLN dan konsumen dalam penggunaan listrik sehari-hari. Penelitian ini awalnya dimulai dengan satu variabel, namun jika belum efektif, akan ditambahkan variabel lainnya. Hal ini dikarenakan objek penelitian memiliki beban besar yang meningkatkan risiko terjadinya drop tegangan.

Studi ini merujuk pada penelitian sebelumnya mengenai "Analisa Perbaikan Profil Tegangan Sistem Tenaga Listrik Sumbar Menggunakan Kapasitor Bank Dan *Tap* Transformator." Sebagai pengembangannya, satu variabel baru diperkenalkan, yakni penggunaan metode penggantian penghantar.

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

1.1.1 Sistem Tenaga Listrik

Pada mulanya sistem tenaga listrik diawali pada sistem pembangkitan yaitu pada pembangkit banyaknya pembangkit yaitu, pembangkit listrik tenaga uap, pembangkit listrik tenaga gas, Pembangkit listrik tenaga air, juga Pembangkit listrik tenaga diesel yang selanjutnya dialirkan menggunakan saluran jaringan tegangan tinggi yang sebelumnya tegangannya dinaikkan pada transformator pada garud induk di pusat pembangkit menggunakan trafo *step up* yaitu trafo penaik tegangan. Pada sistem tenaga listrik terdapat bagian-bagian pada aliran sistem tenaga listrik sehingga aliran sistem tenaga listrik berjalan dengan baik, diantaranya adalah generator pembangkitan, trafo *step up*, jaringan saluran tinggi, jaringan saluran menengah, trafo *step down* yang diakhiri ke beban, sehingga nantinya semua sistem akan berkeja sebagaimana fungsinya yang bekerja sebagai sistem tenaga listrik [18]. Lalu kemudian sistem tenaga listrik itu dialirkan dengan saluran tegangan tinggi hingga nantinya dialirkan ke gardu induk yang nantinya akan menurunkan tegangan dari saluran transmisi dengan menggunakan trafo *step down* membuat menjadi jaringan tegangan menengah juga dikatakan dengan jaringan tegangan distribusi primer. Lalu ketika tenaga listrik sudah dialirkan ke jaringan tegangan distribusi primer, jadi nantinya sistem tenaga listrik itu akan diubah tegangannya pada gardu induk distribusi membuatnya menjadi jaringan tegangan rendah atau jaringan tegangan sekunder dengan nilai 80/220 volt sehingga nanti dialirkan menggunakan jaringan tegangan rendah hingga akhirnya sampai ke rumah konsumen[19].



Gambar 2. 1 Aliran Sistem Tenaga Listrik [19]

Sistem jaringan listrik adalah suatu sistem yang tersusun dari beberapa komponen berupa pembangkitan, transmisi, dan distribusi, yang saling berhubungan dan secara

bersama-sama memenuhi kebutuhan tenaga listrik pelanggan sesuai dengan kebutuhannya[19].

1.1.2 Sistem Tenaga Listrik Distribusi

Pada Sistem distribusi ialah pengiriman suatu tegangan listrik diawali pada gardu induk hingga sampai kepelanggan. Ada dua buah sistem pada jaringan distribusi ialah sistem distribusi primer juga sistem distribusi sekunder. Sistem distribusi primer merupakan pengiriman yang diawali dari gardu induk 150/20 kv (sisi keluaran trafo daya sekunder) menuju gardu distribusi 20 kv (sisi masukan trafo distribusi primer) dengan kata lain melalui gardu induk 150/20 kv menuju kedistribusi tegangan menengah 20 kV. Sehingga tegangan 150 kv diawali dengan diturunkan tegangan menjadi 20 kV dengan menggunakan transformator daya *step down*. Sistem distribusi sekunder, yaitu pengirimannya diawali dari sistem jaringan distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke pelanggan dengan tegangan 380 volt. Tegangan listrik dialirkan dengan menggunakan *feeder-feeder* yang merupakan saluran udara dan juga saluran kabel bawah tanah. Yang membuat aliran tegangan menjadi baik sesuai sitem tenaga listrik[4].

a. Sistem Jaringan Distribusi Primer

Sistem jaringan distribusi primer atau jaringan distribusi tegangan menengah (JDTM) terletak diantara gardu induk dan trafo distribusi yang tegangan sistemnya lebih tinggi dari tegangan yang digunakan oleh pelanggan. Dimana standar tegangan jaringan distribusi primer ini adalah 6 kV, 10 kV dan 20 kV (menurut standar PLN). Sebaliknya, di Amerika Serikat standar tegangan untuk jaringan distribusi primer tersebut adalah 2,4 kV, 4,16 kV, dan 13,8 kV.

b. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder

Pada sistem jaringan distribusi sekunder atau sering disebut jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR), merupakan sistem yang diharapkan untuk menjadi pengirim aliran listrik pada gardu distribusi hingga pembebanan yaitu pelanggan listrik. Tingginya standar tegangan dikhususkan pada sistem distribusi sekunder ialah 127/220 volt pada sistem 1 fasa, dan 220/380 volt pada sistem 3 fasa untuk rumah-rumah, lalu 440/550 V untuk kegiatan perindustrian.[4]

Pada Jaringan distribusi yang merupakan sebagai alat pengirim sistem tenaga listrik mempunyai runtutan aliran dilihat dari saluran lanjutannya lalu *settingan* pekerjaannya. Tingkat lanjutannya ini pun pada saat terkena kendala ketika lamanya penetralan pada saat pengiriman setelah kendala yang terjadi. Tingkatannya terbagi menjadi lima tingkatan :



1. Tingkatan satu : memerlukan beberapa saat cukup lama, 14 hari adalah waktu yang diperlukan untuk melihat juga mencari bagian kendala yang rusak lalu diperbaiki
2. Tingkatan dua : padam hanya memerlukan beberapa jam saja, yang merupakan waktu yang diperlukan untuk menurunkan pegawai ke tempat yang terjadi kendala, hingga akhirnya listrik hidup sementara, kembali dari saluran atau suplai lainnya.
3. Tingkatan tiga : padam hanya memerlukan beberapa menit, yang merupakan keadaan oleh pegawai yang sedang mengawasi pada gardu dan dikerjakan alat pendeteksi dan pengukuran untuk melakukan pekerjaan jarak jauh.
4. Tingkatan empat : padam hanya memerlukan beberapa detik, yang merupakan sebuah kegiatan pengontrolan dari pegawai dengan cara menggunakan *software* untuk mencari kendala secara otomatis.

5. Tingkatan lima : tidak ada pemadaman

Dengan adanya pasokan instalasi yang lain juga otomatisasi secara penuh. Pada dasarnya pedesaan mempunyai aliran jaringan distribusi yang terdiri dari beberapa jenis saluran udara untuk sebuah sistem jaringan radial yang merupakan kelanjutan dari tingkatan satu, dengan kata lain aliran dari kota untuk susunan jaringan yang digunakan merupakan sistem yang menggunakan kabel tanah jaringan spindle dengan kelanjutan tingkatan dua.

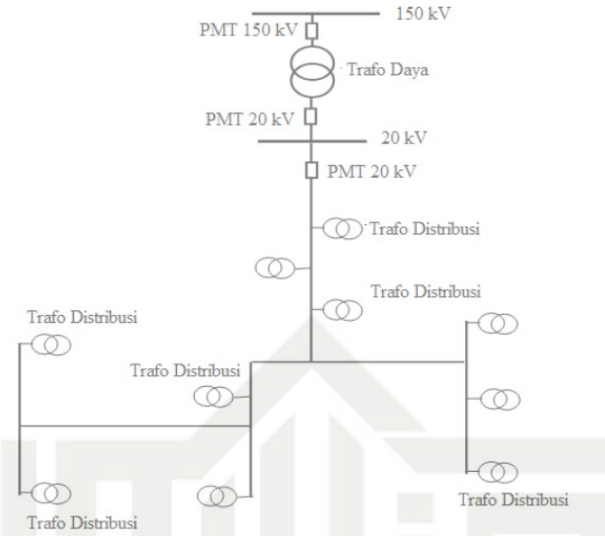
2.1.3 Jaringan Distribusi Konfigurasi Radial

Pada jaringan distribusi radial merupakan jaringan distribusi sistem tenaga yang serinci dipakai juga merupakan jaringan sederhana jika dibandingkan dengan beberapa jaringan yang ada. Sistem tenaga listrik yang dialirkan secara radial pada gardu induk ke pelanggan-pelanggan dikerjakan secara berbeda-beda semuanya. Disebut dengan radial karena aliran saluran itu ditarik satu titik secara radial dan konfigurasi radial ini merupakan sumber dari beberapa jaringan juga dipisah-pisahkan dari pembebanan pada sistem tenaga listrik tersebut. Pada sistem ini yaitu radial terdapat atas *feeders* yang terhubung ke jaringan distribusi juga *feeder* yang terkirim ke setiap gardu distribusi yang dialirkan ke satu titik secara radial[20].

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 - a. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - b. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

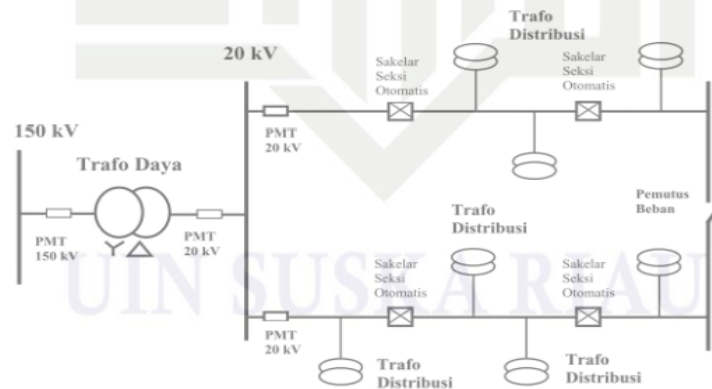
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2. 2 Konfigurasi jaringan distribusi radial[4]

2.1.4 Jaringan Distribusi Konfigurasi Loop

Suatu kesatuan pada aliran loop adalah mempunyai bentuk tertutup, dikatakan dengan bentuk jaringan ring juga. Rentetan rangkaian aliran saluran berbentuk ring yang dimana membuat titik pembebanan terkoneksi pada dua arah aliran saluran, yang membuat kelanjutan pelayanan terhadap pelanggan lebih *terbackup* lalu kualitas daya yang didapatkan akan lebih bagus. Rangkaian sitem konfigurasi jaringan loop bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sistem konfigurasi jaringan loop[4]

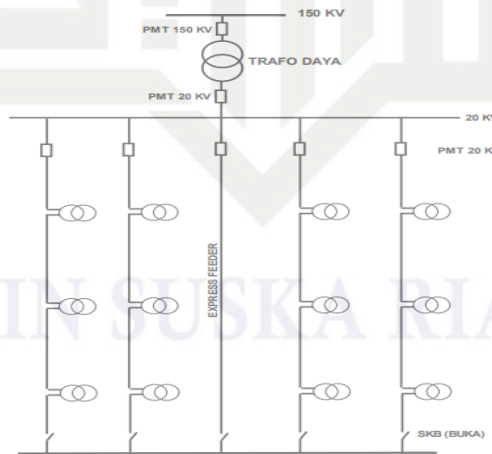
Pada rangkaian konfigurasi loop adalah menggabungkan pada dua rangkaian jaringan radial, dimana letak konfigurasi terletak di ujung dari dua buah rangkaian yang ada satu buah alat pemutus tegangan (PMT) juga pemisah sementara (PMS). Ketika terjadi sebuah masalah pada jaringan, dan saat masalah kendala dapat diminimalisir, sehingga pemutus tegangan dengan kata lain pemisah akan tertutup, lalu aliran daya yang dialirkan pada listrik kesisi yang tidak terganggu terhadap masalah yang tidak berhenti. Pada

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

Dasarnya penyulang dari bagian ini memiliki bagian yang tidak beda, besaran penghantar kabel tersebut ditentukan diharapkan mengalirkan kesemua daya pada pembebanan listrik pada bagian loop, yang merupakan akumulasi daya listrik pembebanan oleh dua bagian radial. Aliran distribusi konfigurasi loop memiliki kemampuan dan kelanjutan pelayanan daya yang lebih bagus, jadi biaya investasi yang dilakukan akan mahal dan cocok dilakukan di wilayah yang ramai juga memerlukan kemampuan yang handal[20].

2.1.5 Jaringan Distribusi Konfigurasi Spindel

Pada aliran konfigurasi distribusi spindel adalah saluran kabel bawah tanah tegangan menengah (SKTM) yang pemakaiannya sangat pas pada daerah maju. rangkaian jaringan spindel pada umumnya terbagi dari maksimal 6 *feeder* dalam kondisi diberi beban, juga satu *feeder* dalam kondisi *running* tidak adanya pembebanan. Saluran *feeder* yang berkerja dalam kondisi diberi beban bisa dibilang dengan *working feeder* bisa juga disebut dengan saluran kerja, lalu saluran yang berkerja tanpa diberi beban bisa disebut *express feeder*. Guna dari *express feeder* dengan kata lain disebut sebagai pengganti waktu saat ketika adanya masalah di salah satu *working feeder*, dan berguna sebagai mengurangi kemungkinan terjadinya jatuh tegangan pada aliran sistem distribusi yang terkait pada kondisi normal[20]. Jaringan Distribusi Konfigurasi Spindel bisa dilihat digambar 2.4



Gambar 2. 4 Konfigurasi sistem jaringan Spindel[4]

2.1.6 Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Di saluran distribusi jaringan tegangan menengah, supaya dapat mengirimkan sumber tenaga listrik, diharapkan dengan ada saluran kabel sehingga membuat sebagai penghantar tegangan di jaringan tegangan menengah(JTM). Berikut beberapa saluran di saluran jaringan distribusi tegangan menengah dipisah jadi 3 bagian saluran, adalah[21] :



1. Pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) di saluran udara tegangan menengah sering dipakai sebagai bentuk pekerjaan yang selalu dipakai pada sistem tenaga listrik di Indonesia, disebabkan di pekerjaan bentuk ini terdapat hal yang lebih baik dari segi harga dan dampak dari mengirim tenaga listrik pada bentuk daya yang *konstan*. Pada SUTM tersebut, mempunyai bentuk pertama adalah di kabel penghantar yang dipakai dalam bentuk tanpa konduktor atau *Bare conductor*. di penghantar SUTM bentuk penghantarnya yang sering dipakai ialah AAAC(*All Aluminium Alloy-Conductor*), tapi bisa memakai kabel AAAC-S(*half insulated single core*) bersama besarnya penghantar dari 35 mm², 70 mm², 150 mm², 240 mm², dan untuk penggunaan jenis AAAC juga AAAC-S ialah cara kerjanya dititipkan di silang siku kemudian dililit dengan *binding wire* kemudian disandarin menggunakan isolator pada tiang besi dan juga pada tiang beton dilihat dari keperluan dialiran tegangan menengah yang akan dibuat. Dari pada itu hal-hal lain yang wajib diperhitungkan waktu memilih bentuk penghantar yang akan dipakai ialah bagian keamanannya dan pengamanannya, disebabkan saluran bentuk ini tidak menjamin akan keamanan akan kendala-kendala terkait aliran tegangan yang terjadi di sistem tenaga listriknya, tetapi bisa mengurangi beberapa bentuk masalah lanjutan yang seperti sebab gangguan yang tidak terduga seperti tanaman dilokasi penggunaan saluran distribusi.
2. Pada Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) dipekerjaan bentuk saluran kabel udara tegangan menengah(SKUTM) mempunyai sedikit banyaknya berbeda dari SUTM, walaupun tidak berbeda dari saluran yang dipakai di udara pada tegangan menengah, di beberapa ketidaksamaan itu berada dibentuk konduktor yang dipakai ialah di SKUTM memakai bentuk penghantar isolasi setengah (AAAC-S) tetapi bisa juga diubah menjadi penghantar berisolasi penuh yang dililit(MVTIC). Selanjutnya ketidaksamaan lain ada di naiknya keamanan juga kemampuan di penyuplaian aliran tenaga listrik disebabkan isolasi pada setiap fasa jaringan tegangan menengah tidak memerlukan perlindungan oleh pelindung penggeraknya. Pada penentuan tiang beton untuk penyangga bentuk saluran ini harus melihat pada berat kabel lilit yang mau dipakai, lalu dalam harga yang dipakai umumnya kemungkinan lebih mahal dibandingkan pemakaian SUTM disebabkan ada hal-hal yang sudah dijabarkan pada ketidaksamaan dari dua bentuk pekerjaan ini. Pada bentuk ini cara penggunaannya umumnya memakai sokongan tambahan kelengkapan bisa disebut dengan *suspension camp* dan pendorong atau *strain clamp* tetapi hanya akan dipakai apabila bentuk penghantar yang dipakai berisolasi penuh jenis MVTIC.

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

3. Pada Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) Pada perkejaan bentuk saluran kabel tanah tegangan menengah atau kata lain dari (SKTM), adalah bentuk pekerjaan paling banyak biaya jika disandingkan pada bentuk SKUTM, dan SUTM dengan pengiriman tegangan yang sama, tetapi mempunyai dampak keamanan juga kemampuan yang kearah lebih kuat dari bentuk yang lain, disebabkan di isolasi penghantar setiap fasa dikasih pelindung bergerak yang diperlukan. Pada segi bayaran bentuk ini, pekerjaan ditancapkan langsung ke tanah itu adalah yang termurah kalau disandingkan pada pemakaian kontruksi dengan cara *conduit* hingga *tunneling* bisa disebut dengan (terowongan beton). Dipekerjaan bagian tidak lepas dari pemakaian SKUTM atau SUTM disebabkan walupun mereka adalah sama dalam salurannya maupun sistem distribusi umumnya SKTM ini Cuma di pakai ketika memaasuki Gardu hubung, maupun keluaran pada gardu hubung dan di sambung dengan pemakaian SKUTM dan SUTM lalu juga melihat dari kendala perubahan pekerjaan yang harus dilihat ketika dilakukan pemakaian, yang terpenting ialah kedudukan pembebanan memakai ketebalan tinggi.

2.2 Rugi- rugi Daya

Pada sistem transmisi maupun distribusi dalam sistem tenaga listrik selalu mengalami adanya rugi-rugi daya pada penyaluran tegangan yang disebabkan dari rugi-rugi dari saluran juga rugi-rugi ditrafo yang dipakai. Rugi-rugi daya ialah berbedanya tegangan kirim dengan tegangan terima pada sistem tenaga listrik, yang hilang dalam penyalurannya, dan nilainya sama dari daya yang dialirkan pada sumber, dipotong nilai daya dari yang diterima. Penentuan bentuk kabel yang mau dipakai di jaringan distribusi adalah hal-hal penting yang wajib dilihat untuk perencanaan pada suatu sistem tenaga listrik [22]. Kedua dari bentuk rugi-rugi daya itu akan berpengaruh besar kepada kualitas daya dan tegangan yang disuplai ke sisi pelanggan.

2.2.1 Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor beban bisa disebut *load factor* ini adalah nilai pembebanan rata-rata dalam waktu yang dipilih bersama pembebanan puncak atau maksimal yang dilakukan di waktu-waktu tertentu tergantung pada jam puncak pembebanan [23].

$$LF = \frac{\text{Beban Rata-Rata Penyulang (Watt)}}{\text{Beban Puncak Penyulang (Watt)}} \quad (2.1)$$

Diketahui :

LF = Faktor Pada Beban Sistem (*Load Factor*) Wilayah Cakupan (*Region*)

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

Selama mempunyai besarnya nilai beban rata-rata sepanjang waktu yang dipilih diperlukan kira-kira besaran pendataan pada beban puncak sewaktu t juga pembebanan sewaktu normal, saat beban selain dari beban puncak, sehingga bisa memakai persamaan dibawah[24]:

$$\text{Rasio beban rata-rata} = (6/16+1) \times (\text{beban puncak} / 2) \quad (2.2)$$

Untuk menentukan arus rata-rata pada beban *feeder* melati diperlukan guna menghitung aspek-aspek yang diperlukan seperti *drop voltage*, *losses* dan rugi-rugi yang terjadi, dengan menggunakan rumus

$$I_{\text{Ratarata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad (2.3)$$

rugi daya pada suatu aliran adalah mengalikan arus pangkat dua menggunakan resistansi dan reaktansi pada saluran itu[24]. Ruginya dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Rugi daya aktif} = I^2 \times R \text{ Watt} \quad (2.4)$$

$$\text{Rugi daya reaktif} = I^2 \times X \text{ Watt} \quad (2.5)$$

Menentukan jatuh tegangan

$$\Delta V = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100 \% \quad (2.6)$$

Dimana:

$$\Delta V = \text{Jatuh Tegangan (\%)}$$

$$V_k = \text{Tegangan Rating (kV)}$$

$$V_t = \text{Tegangan terima (kV)}$$

Pada PT PLN (Persero) menetapkan standarisasi jatuh tegangan pada SPLN No.72 Tahun 1987 dengan bunyi jatuh tegangan yang diizinkan di Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) ialah 2 % dari tegangan kerja untuk sistem Spindle/Gugus juga 5 % dari tegangan kerja untuk sistem Radial diatas tanah juga sistem Simple dilihat dari banyaknya beban[5]. *Drop voltage* di saluran tegangan rendah maksimum 10%, sabab ketika adanya rugi tegangan disaluran, sehingga khususnya ditempat konsumen yang terjauh dari sumber akan lebih kecil dari tegangan awalnya[25].

2.2.2 Rugi-rugi saluran

Pada saat memilih bentuk dan besarnya kabel yang akan dipakai di jaringan distribusi adalah hal-hal penting yang harus dilihat dalam kriteria pada suatu sistem tenaga listrik. Bentuk dan besarnya kabel dengan nilai resistansi yang kecil akan membuat mengecilnya rugi daya yang terjadi. Banyaknya rugi daya di jaringan distribusi bisa dicari dengan rumus:



$$P_{\text{Loss}} = 3 \times I^2 R \quad (2.7)$$

P_{Loss} = daya yang hilang (Watt)

R = hambatan pada saluran (Ohm)

I = arus pada saluran (Ampere)

Panjang pendeknya pada penghantar itu dilihat pada jauhnya aliran distribusi ke konsumen. Jadi besaran itu tidak dapat diganti dengan mudah. lalu hambatan pada bahan penghantar dari bahan penghantar yang dipakai. aspek ini bisa diganti dilihat pada pencocokan bahan penghantar yang dipakai. Aspek lain dari parameter yang dapat diganti dengan mudah ialah besarnya diameter penampang dari penghantar. sehingga besarnya diameter penampang kabel pada suatu penghantar bisa meminimalisir terjadi turunnya nilai resistansi saluran yang menyebabkan terjadinya jatuh tegangan. Meskipun pada perubahan besarnya penampang kabel pertama memperhatikan hal-hal terkait pemaksimalannya. Sehingga untuk meminimalisir resistansi saluran pada saluran distribusi, bisa mengubah bentuk bahan penghantar yang dipakai sama bahan yang nilai resistivitasnya rendah lalu membesarkan permukaan kabel penghantar[24].

2.2.3 Rugi-rugi transformator

Pada fungsi yang dijalankan pada trafo, trafo mempunyai rugi daya yang selalu diperhatikan. dikarenakan trafo merupakan unit penting pada penyaluran listrik, Rugi-rugi yang terjadi pada trafo antara lain:

a. Rugi-rugi Tembaga

Rugi tembaga adalah rugi-rugi yang disebabkan karena munculnya tahanan resistif yang dimiliki dari tembaga, tembaga dipakai di area lilitan transformator, rugi tembaga tersebut terjadi di bagian primer dan sekunder trafo[26].

b. Eddy Current (Arus Eddy)

Rugi daya arus eddy adalah rugi-rugi panas yang berada didalam inti trafo. Perubahan arus akan menginduksi tegangan pada inti besi transformator, serta pada dalam kawat yang memutarinya. Tegangan ini membuat arus pada inti trafo berputar. Arus Eddy mengalir di inti resistansi transformator. Arus eddy membuang energi ke inti besi trafo, yang kemudian menghasilkan energy dalam bentuk panas [26].

c. Rugi-rugi Hysteresis

Rugi-rugi hysteresis adalah rugi-rugi yang terhubung dengan *settingan* area magnet magnetik didalam bagian inti trafo. Didalam *settingan* pada area magnetik itu membutuhkan banyak energi. Yang menyebabkan kemungkinan munculnya rugi-rugi daya

yang ada didalam trafo. Rugi-rugi itu nantinya akan menyebabkan panas pada bagian dalam khususnya bagian dalam inti trafo [26].

d. Fluks Bocor

Fluks bocor adalah fluks yang berada didalam badan trafo tepatnya disisi primer dan juga sekunder trafo yang terlepas dari area inti juga selanjutnya berganti arah menuju kearah satu lilitan trafo. Fluks lepas tersebut akan menyebabkan induksi sendiri didalam lilitan sisi primer juga lilitan sisi sekunder trafo[26].

2.2.4 Rugi-rugi (*losses*)

Penyusutan yang terjadi pada aliran distribusi, merupakan hal yang menghilang selama keadaan penyaluran tegangan dengan jaringan, sehingga akan menguatkan dampak dari *losses* pada sistem. Hal itu dikarenakan dengan timbulnya gesekan-gesekan pada pergerakan atau pun putaran pada lilitan trafo, rugi-rugi pada trafo ataupun hal-hal seperti kondisi yang mambuat timbulnya arus bocor dikabel-kabel pada aliran saluran distribusi[27]. Sehingga agar mendapatkan rugi-rugi memakai rumus:

$$Losses = kW\ loss = \frac{I^2 R}{1000} \quad (2.8)$$

$$\% I^2 R = \frac{P_{LS}}{P_r} \times 100$$

$$\% I^2 R = \frac{I^2 R}{R} \times 100$$

Dengan:

P_{LS} = Rugi-rugi penyulang (kW)

P_r = Daya penyulang (kW)

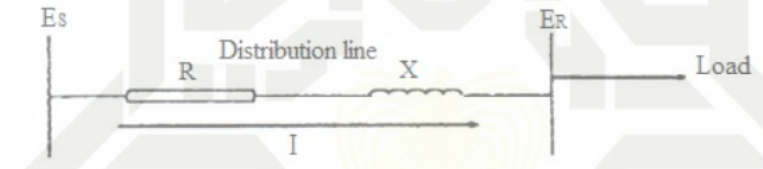
2.2.5 Penurunan Tegangan (*Voltage Drop*)

Penurunan tegangan (*Voltage Drop*) merupakan sesuatu yang selalu terjadi disebabkan sesuatu dari kendala pada sistem pengiriman aliran tegangan listrik pada sumber tegangan hingga konsumen. Dengan kata lain tegangan jatuh mempunyai arti merupakan tingginya besar tegangan yang hilang di suatu penghantar selama urutan pengiriman tenaga listrik. Tegangan jatuh secara besar akan semakin besar terjadi ketika panjangnya penghantar yang dilalui nya semakin jauh tapi akan berbanding terbalik dengan besarnya luas penampang kabel yang dipakai pada penghantar, artinya semakin besar dan semakin bagus bentuk dan besarnya penghantar yang dipakai maka akan membuat semakin baik juga mengurangi jatuh tegangan yang terjadi pada sistem ditribusi. Pada saluran JTM jatuh tegangan adalah ketidaksamaan dari tegangan terima dan juga

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

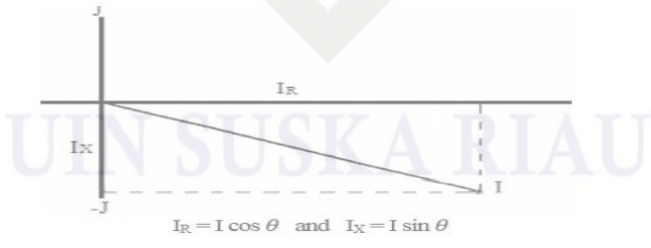
Tegangan hantar dari sumber ke beban dikarenakan adanya impedansi pada saluran penghantar[28].

Dan jatuh tegangan merupakan perbedaan dari tegangan yang diperkirakan pada titik sumber hingga ke titik yang dihitung yaitu pembebanan, sekaligus dengan panjang saluran. Apabila suatu beban resistansi (R) juga reaktansi (X) pada saluran distribusi didapatkan juga faktor daya (Cos φ) pada pembebanan didapatkan jadi bisa langsung dihitung jatuh tegangannya[29]. Dilihat dari gambar 2.5 kelihatan juga beban di saluran distribusi berupa beban R (resistif) juga X (reaktif). maksudnya beban ini merupakan motor yang berperilaku secara reaktif yang menyebabkan timbulnya arus lagging kepada tegangan.



Gambar 2. 5 Jatuh tegangan pada saluran distribusi [29]

Turunnya tegangan pada saluran sama pada ES - ER. ketika direncanakan di sumbu axis ER bisa dinampakkan di gambar bahwa turunnya tegangan itu mendekati $I_R.R + I_X.X$ juga alat-alat turunnya tegangan diluar fasa ($-j I_X.R$ dan $j I_R.X$) tidak akan membuat pengaruh dari hasil keseluruhan. Karena alasan ini, persamaan ini bisa dilakukan untuk semua penggunaannya:



Gambar 2. 6 Hubungan fasa dengan beban induktif [29]

Persamaan ini membuat turunnya tegangan di suatu konduktor, *line to netral*. Terdapat satu fasa penurunan tegangan dengan nilai dua kali dari nilai formula itu. 3 fasa *line to line* akan membuat turunnya tegangan ialah $\sqrt{3}$ kali dari setiap nilai dipersamaan atas[29]. Dengan begitu persamaan hasil penurunan tegangan 3 fasa berubah menjadi:

$$\text{Voltage Drop} = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \text{Cos phi}}{A} \quad (2.9)$$



Diketahui:

$Voltage Drop$ = Penurunan tegangan (*volt*)

I = Arus (A)

ρ = Tahanan jenis (*rho*)

L = Panjang kabel penghantar

$\cos \phi$ = Faktor daya

A = Luas Penampang

Jadi supaya agar bisa mendapatkan nilai besarnya jumlah jatuh tegangan dialiran distribusi primer memakai formula dibawah:

$$\Delta V_{Total} = \Delta V1 + \Delta V2 + \Delta V3 \quad (2.10)$$

2.3 Kapasitor Bank

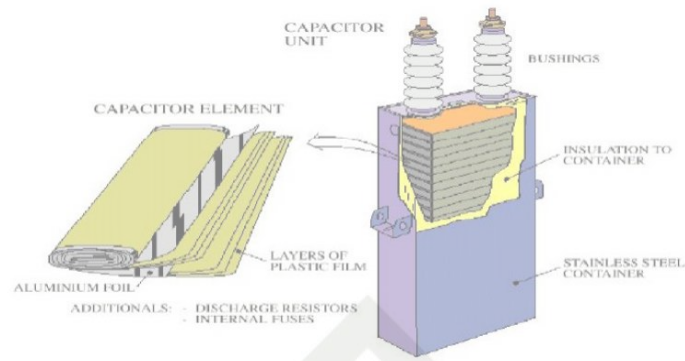
Bank kapasitor banyak digunakan dalam sistem distribusi untuk meningkatkan faktor daya dan mengatur tegangan pengumpan. Pada saluran transmisi, bank kapasitor berfungsi untuk mengkompensasi rugi-rugi $X I^2$ dan memastikan tegangan dipertahankan pada tingkat yang ditentukan dalam kondisi beban penuh. Beban induktif menyerap daya reaktif, yang berpotensi menyebabkan penurunan tegangan pada sisi penerima. Pemasangan bank kapasitor menyediakan pasokan daya reaktif ke beban, sehingga mengurangi penyerapan daya reaktif oleh sistem. Kompensasi ini, yang difasilitasi oleh bank kapasitor, mengurangi penyerapan daya reaktif oleh beban, sehingga meminimalkan penurunan tegangan. Pengaturan tegangan menggunakan bank kapasitor tidak hanya meningkatkan level tegangan tetapi juga meningkatkan nilai faktor daya. Dengan memasang kapasitor bank, penyerapan daya reaktif oleh beban berkurang sehingga menyebabkan peningkatan faktor daya [4].

Kapasitor Bank merupakan suatu perangkat listrik dengan sifat kapasitif, terdiri dari kumpulan beberapa kapasitor yang dihubungkan secara paralel untuk mencapai kapasitas kapasitif tertentu. Parameter yang umum digunakan untuk pengukurannya adalah KVAR (*kilovolt ampere reactive*), meskipun kapasitansinya sendiri dinyatakan dalam Farad atau mikrofard. Fungsi utama bank kapasitor adalah sebagai penyeimbang beban induktif. Seperti kita ketahui beban listrik terdiri dari komponen reaktif (R), induktif (L), dan kapasitif (C) [30].

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Gambar 2. 7 Kapasitor Bank [30]

Bank kapasitor dengan sakelar mekanis (MSC) dipasang di gardu induk utama di dalam area beban. Proses pensaklaran seringkali dilakukan secara manual dengan relay tegangan untuk melindungi saklar ketika tegangan melebihi batasnya. Untuk stabilitas tegangan, bank kapasitor memainkan peran penting dalam mendorong generator terdekat untuk beroperasi dengan faktor daya yang mendekati satu. Jika dibandingkan dengan *Static Var Compensators (SVC)*, kapasitor bank mempunyai keunggulan yaitu hemat biaya[31]. Bank kapasitor dengan ukuran yang tepat dapat dihubungkan langsung ke bus tegangan atau belitan primer transformator.

Dengan pemasangan bank kapasitor, nilai arus induktif yang mengalir ke beban akan berkurang. Sebab beban mendapatkan suplai daya reaktif dari komponen bank kapasitor.

Jika suatu feeder melayani beban induktif dengan faktor daya lagging (terbelakang), dengan faktor daya yang rendah akan menambah daya terpasang (kVA) yang lebih tinggi untuk kebutuhan daya aktif yang konstan[14].

Melakukan penentuan nilai Bank Kapasitor untuk melakukan perbaikan jatuh tegangan dengan merubah nilai faktor daya:

$$Q_c = P \tan \varphi_1 - P \tan \varphi_2 = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad (2.11)$$

Dimana:

Q_c = Kapasitas Bank Kapasitor untuk perbaikan (kVar)

P = Daya Aktif (kW)

φ_1 = Sudut sebelum perbaikan (°)

φ_2 = Sudut kondisi diperbaiki (°)

Dengan menambahkan bank kapasitor ke dalam sistem akan dapat mengurangi konsumsi daya reaktif oleh beban, yang pada akhirnya akan dapat memperbaiki nilai tegangan di sisi penerima.

2.3.1 Pemakaian Kapasitor Seri pada Jaringan Distribusi

Kapasitor yang dihubungkan secara seri dihubungkan secara seri dengan impedansi saluran. Penggunaan jenis ini sangat dibatasi pada jalur distribusi karena kebutuhan akan peralatan proteksi yang kompleks, sehingga biaya pemasangan kapasitor seri lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitor paralel (*Shunt*). Biasanya, kapasitor seri dirancang untuk tingkat daya yang lebih tinggi daripada kapasitor shunt untuk mengantisipasi perkembangan beban di masa depan. Kapasitor seri mengkompensasi reaktansi induktif. Dengan kata lain, kapasitor seri memperkenalkan reaktansi negatif (kapasitif) yang dihubungkan secara seri dengan reaktansi positif (induktif), memungkinkan kompensasi sebagian atau seluruhnya. Akibatnya, efek utama kapasitor seri adalah meminimalkan atau mengurangi penurunan tegangan yang disebabkan oleh reaktansi induktif jaringan. Secara bersamaan, kapasitor seri ini dapat dianggap sebagai penambah tegangan dan perangkat koreksi faktor daya. Dengan demikian, kapasitor seri dapat berfungsi sebagai penambah tegangan otomatis sebanding dengan pertumbuhan beban. Dampak kapasitor seri terhadap kenaikan tegangan lebih besar dibandingkan dengan kapasitor shunt, terutama pada kondisi faktor daya rendah.[32].

2.3.2 Pemakaian Kapasitor Paralel (*Shunt*) pada Jaringan Distribusi

Kapasitor shunt adalah kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan beban dan banyak digunakan dalam sistem distribusi. Dalam sistem tenaga listrik, kapasitor shunt berfungsi sebagai sumber daya reaktif. Kapasitor shunt menetralkan daya reaktif atau arus yang berlawanan dengan komponen beban induktif. Dengan memasang kapasitor shunt maka aliran arus induktif pada jaringan menjadi berkurang. Selain itu, penurunan tegangan dapat diminimalkan dan faktor daya dapat ditingkatkan. Jelas terlihat bahwa sistem distribusi menjadi lebih ekonomis bila hanya mentransmisikan daya aktif, dan kebutuhan daya reaktif beban disuplai oleh kapasitor shunt. Pemasangan kapasitor *shunt* pada saluran distribusi mengurangi penurunan tegangan di sepanjang saluran akibat adanya arus reaktif kapasitif yang melewati kapasitor *shunt*.

2.4 Pergantian Penghantar Feeder

Redistribusi energi listrik pada Jaringan Tegangan Menengah dapat dilakukan melalui dua cara yaitu saluran udara dan kabel bawah tanah. Bahan konduktor biasanya dipilih dari logam dengan konduktivitas tinggi, kekerasan, kekuatan tarik signifikan, dan berat jenis rendah. Selain itu, logam-logam ini harus tahan terhadap proses kimia, perubahan suhu, dan memiliki titik leleh yang lebih tinggi. Untuk memenuhi kriteria

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

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hersebut, kabel konduktor idealnya dibuat dari bahan *alloy*, yaitu gabungan beberapa logam yang dicampur menjadi satu logam terpadu[33].

Penghantar yaitu suatu media yang berfungsi untuk menyalurkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar ini adalah bahan konduktor yang biasanya terbuat dari aluminium atau tembaga. Penghantar yang digunakan dapat berupa kawat berisolasi atau kabel. Ada juga penghantar tanpa isolasi seperti BC (*Bare Conductor*) penghantar lubang (*Hollow Conductor*), ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*), AAC (*All Aluminium Conductor*), AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*), A3CS (*All Aluminium Alloy Conductor Solution*), dan ACAR (*Aluminium Conductor Alloy Reinforced*)[32].

Dalam upaya meningkatkan kualitas jaringan distribusi, pendekatan yang digunakan melibatkan penggantian luas penampang kabel. Hal ini bertujuan untuk memperoleh kualitas jaringan yang lebih baik dan mengurangi *drop voltage* pada *feeder* di GI Bangkinang. Pergantian kabel dilakukan dari luas penampang awal sebesar 210 mm² menjadi 240 mm². Setelah penggantian kabel sepanjang satu penyulang, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0. Hasil simulasi menyajikan data, termasuk nilai tegangan pada setiap bus dan rugi-rugi daya dalam sistem. Simulasi bertujuan untuk menentukan metode yang paling optimal dalam memperbaiki nilai tegangan pada setiap bus seefisien mungkin serta untuk meminimalkan rugi daya dalam jaringan distribusi[32].

Konduktor diartikan sebagai medium penghantar arus listrik dari sumber tenaga listrik hingga ke konsumen. Konduktor dapat dibuat dari berbagai bahan seperti tembaga, aluminium, dan baja, dengan masing-masing bahan memiliki karakteristik penghantar tegangan yang berbeda. Beberapa kriteria yang menjadi pertimbangan dalam memilih jenis konduktor meliputi kekuatan tarik mekanikal yang tinggi, konduktivitas yang tinggi, titik berat biaya yang rendah, dan ketahanan terhadap patah.

Dalam penyaluran tenaga listrik ada beberapa tipe konduktor yang digunakan sebagai berikut[34] :

a. All Aluminum Conductor (AAC) Konduktor ini terbuat dari bahan aluminium dengan dua lapis yang sangat cocok dipilih dalam penyaluran saluran udara untuk transmisi atau distribusi.

b. All Alloy Aluminum Conductor (AAAC) Konduktor ini mempunyai tiga lapis dengan bahan aluminium untuk transmisi dan distribusi.



© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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

⊙ All Alloy Aluminium Conductor – Shielded (AAAC-S) Biasanya digunakan untuk saluran 20 kV baik di transmisi maupun distribusi. Konduktor ini terbuat dari bahan aluminium dengan isolasi jenis XLPE.

⊙ Aluminum Conductor Steel Reinforced (ACSR) Konduktor ini berbahan baja yang dilapisi dengan aluminium yang digunakan untuk saluran udara transmisi dan distribusi.

⊙ NA2XSEBY (Kabel Tanah) Konduktor ini digunakan pada dalam tanah, dalam ruangan untuk gardu induk dan pembangkit.

Untuk mengetahui besar jatuh tegangan pada *feeder* untuk pengahantar kabel menggunakan persamaan[13]:

$$Voltage Drop = I (R \cos \theta + X \sin \theta) \tag{2.12}$$

Dan untuk mengetahui presentase jatuh tegangan

$$\% \Delta V = \left(\frac{\Delta V}{V_{in}} \right) \times 100\% \tag{2.13}$$

2.5 Trafo pengubah tap

Perbaikan tegangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengaturan tegangan berupa penggunaan trafo pengubah tap. Dengan menggunakan trafo pengubah tap kita dapat mengatur rasio lilitan primer dan sekunder trafo. Dengan demikian kita dapat mengatur tegangan keluaran trafo. Hal ini dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = a \tag{2.14}$$

V_p = Tegangan di sisi primer

V_s = Tegangan di sisi sekunder

N_p = Jumlah lilitan primer

N_s = Jumlah lilitan sekunder

a = Rasio lilitan

Perhitungan Tegangan Primer Trafo

$$Tegangan\ sisi\ T_m = \frac{Setting\ tap\ trafo \times Tegangan\ Keluaran}{Tegangan\ Nominal\ Sekunder\ Trafo} \tag{2.15}$$

Perhitungan hasil penyetingan tap trafo

$$Tegangan\ sisi\ T_m \times Persenan\ settingan\ tap\ trafo \tag{2.16}$$

Trafo pengubah *tap* dapat digunakan baik di gardu induk maupun di gardu distribusi, tergantung pada kebutuhan perbaikan tegangan yang diinginkan. Ada dua jenis proses perubahan *tap* trafo, yaitu perubahan tap primer dan sekunder. Biasanya, nilai

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Perubahan tap trafo diukur dalam persen (%) dan variasinya berkisar antara $\pm 10\%$ hingga 15% , tergantung pada jenis trafo yang digunakan.

Perubahan tap primer akan meningkatkan jumlah lilitan di sisi sekunder, sementara perubahan tap sekunder akan mengurangi jumlah lilitan di sisi sekunder. Trafo pengubah tap biasanya sudah memiliki ukuran tap bawaan dari pabrik yang memproduksinya. Oleh karena itu, pengaturan tegangan menggunakan trafo pengubah tap memiliki keterbatasan dan bergantung pada jenis trafo pengubah tap yang digunakan. Semakin banyak level perubahan tap yang dimiliki oleh suatu trafo, semakin baik proses pengaturan tegangan yang dapat dilakukan.

Terdapat dua macam trafo pengubah tap, yaitu *off-load tap changing transformer* dan *under-load tap changing transformer (ULTC)*. Trafo dengan ULTC dapat digunakan dengan variasi setiap hari, setiap jam, bahkan setiap menit, tergantung pada kondisi sistem, tanpa menimbulkan interupsi terhadap suplai daya listrik[35].

Tegangan keluaran dari sisi sekunder transformator daya diharapkan berada dalam kisaran tegangan normal yang sesuai atau tidak melebihi toleransi yang diizinkan, yakni $0,5\%$ dari tegangan nominal berdasarkan standar. Oleh karena itu, pemasangan Tap Changer pada transformator daya dengan sistem perbandingan belitan bertujuan untuk menjaga tegangan sekunder distribusi tetap konstan, meskipun terjadi perubahan tegangan pada sisi primer.

Perbandingan rasio ini bertujuan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang tertera pada nameplate. Rasio belitan mencerminkan perbandingan antara tegangan di sisi primer dan tegangan di sisi sekunder. Tap yang digunakan pada setiap transformator sebesar 5% , dan setiap transformator dilakukan 5 tapping. Tegangan masukan awal untuk setiap transformator adalah 20 kV . Setelah dilakukan 5 kali tapping, tegangan masukan untuk masing-masing transformator menjadi 22 kV , 21 kV , 20 kV , 19 kV , dan 18 kV . Sementara itu, tegangan keluaran yang diinginkan adalah $400/231\text{ volt}$. Dengan menggunakan Tap Changer, diharapkan dapat mempertahankan tegangan keluaran dalam rentang yang diinginkan meskipun terjadi variasi tegangan masukan[35].

2.6 ETAP ((*Electrical Transient Analysis Program*))

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat lunak ini dapat beroperasi secara *offline* untuk simulasi tenaga listrik, dan *online* untuk pengelolaan data *real-time* atau untuk mengendalikan sistem secara *real-time*. Dalam kemajuan analisa hubung singkat dengan

menggunakan metode ETAP, terdapat beberapa pengembangan yang telah dilakukan untuk meningkatkan tingkat akurasi, kemudahan penggunaan, dan kecepatan perhitungan, khususnya dalam mengakomodasi gangguan hubung singkat pada sistem distribusi. Berbagai fitur tersedia dalam ETAP, termasuk untuk menganalisis pembangkitan listrik, sistem transmisi, dan sistem distribusi tenaga listrik[36]. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas kearnanan fisiitas nuklir di Amerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara real time, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik[37].

Software ETAP Power Station dilengkapi dengan *fitur* atau *menu Library* memungkinkan pengguna untuk memodifikasi data agar mencerminkan komponen sebenarnya yang digunakan. Selain itu, untuk mendukung pembuatan simulasi, aplikasi ini dilengkapi dengan berbagai alat yang mewakili komponen-komponen yang digunakan dalam jaringan yang dianalisis. Analisis aliran daya bertujuan untuk memahami karakteristik aliran daya, dengan mempertimbangkan dampak variasi beban dan rugi-rugi transmisi terhadap aliran daya. Ini juga menyelidiki penurunan tegangan pada sisi beban selama proses analisis. Fungsi ini membantu dalam memahami pengaruh variasi beban dan rugi-rugi transmisi pada karakteristik aliran daya dan memungkinkan studi penurunan tegangan pada sisi beban[38].

ETAP merupakan suatu program komputer terintegrasi yang didesain untuk menyelesaikan permasalahan *analysis transient, short circuits, harmonic, motor acceleration, optimal power flow, underground receway systems* pada sistem tenaga listrik. Program ini menggunakan secara teknis model yang sebenarnya, menggunakan peralatan penghubung yang mudah dioperasikan, dan menggunakan data base umum. Program ini dapat digunakan untuk menganalisis transien pada rangkaian yang mengandung parameter terkonsentrasi (R, L dan C), saluran transmisi dengan parameter terdistribusi, saluran yang transposisi atau saluran yang tidak ditransposisi. ETAP sangat baik digunakan untuk menganalisis transient pada operasi *switching surge* karena program ini menyediakan fasilitas pemodelan untuk generator, *Circuit Breaker (CB)*, transformator, MOV, dan pemodelan saluran transmisi baik untuk saluran yang tergantung frekuensi maupun tidak[29].

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

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Dalam ETAP 12.6.0, untuk menentukan jatuh tegangan, digunakan analisis *Load Flow*. Dari analisis ini, kita dapat mengetahui nilai tegangan yang mengalir pada tiap busbar, arus yang mengalir di tiap busbar, daya aktif yang mengalir pada beban, daya reaktif yang mengalir pada beban, dan tegangan operasional pada beban. Beban dalam sistem tenaga listrik umumnya bersifat resistif dan induktif, menyerap daya aktif dan daya reaktif dari sumber listrik.

Penyerapan daya reaktif oleh beban induktif dapat menghasilkan jatuh tegangan di sisi penerima, yang dapat berbeda dengan nilai tegangan di sisi pengirim. Jatuh tegangan pada umumnya merujuk pada rendahnya tegangan yang diterima pada beban dibandingkan dengan nilai nominalnya. Jatuh tegangan disebabkan oleh arus yang mengalir melalui resistansi kawat. Jatuh tegangan pada penghantar akan semakin besar seiring dengan peningkatan arus dalam penghantar dan resistansi penghantar yang semakin tinggi[37].

Dalam pembahasan ini, yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan (ΔV) adalah selisih antara tegangan kirim (V_k) dengan tegangan terima (V_t), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\Delta V = |V_k| - |V_t| \quad (2.17)$$

ΔV = Jatuh tegangan (Volt)

$|V_k|$ = Tegangan ujung kirim (Volt)

$|V_t|$ = Tegangan ujung terima (Volt)

Karena adanya resistansi pada penghantar, maka tegangan yang diterima konsumen (V_t) akan lebih kecil dari tegangan kirim (V_k), sehingga tegangan jatuh merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman dan tegangan pada ujung penerimaan tenaga listrik. Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya, maupun factor dayanya yang tidak sama dengan satu sama lainnya.

ETAP mempunyai kemampuan untuk menghitung analisa:

1. *Load Flow Analysis*
2. *Short Circuit Analysis*
3. *Harmonic Analysis*
4. *Transient Stability Analysis*
5. *Relay Coordination*
6. *Optimal Power Flow Analysis*
7. *Reliability Analysis*
8. *DC Load Flow Analysis*



- 0. *DC Short Circuit Analysis*
- 1. *Battery Sizing*
- 1. *Cable Raceways*
- 2. *Ground Grid*

6.1 Metode Newton Raphson

Pada metode Newton Raphson, slack bus diabaikan dari perhitungan iterasi untuk menentukan tegangan, karena besar dan sudut tegangan pada slack bus telah ditentukan. Sedangkan pada generator bus, daya aktif dan magnitude tegangan bernilai tetap, sehingga hanya daya reaktif yang dihitung pada setiap iterasinya. Dalam analisa aliran daya, ada dua persamaan yang harus diselesaikan pada tiap-tiap bus. Dalam penyelesaian iterasi pada metode Newton Raphson, nilai dari daya aktif (Pp) dan daya reaktif (Qp) yang telah dihitung harus dibandingkan dengan nilai yang ditetapkan [39].

Metode Newton-Raphson Metode NewtonRaphson dikembangkan dari Deret Taylor dengan mengabaikan derivatif pertama fungsi dengan satu variabel dari persamaan Deret Taylor. Pada analisis aliran daya menggunakan metode Newton - Raphson digunakan besaran listrik dalam satuan Besaran per unit (p.u). besaran ini dapat dinyatakan dalam blok diagram[40].

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

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

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, memakai langkah deskriptif. Penelitian kuantitatif artinya ialah suatu langkah penelitian yang spesifikasinya mencakup suatu bentuk bidang yang sistematis, bersiklus nyata dan benar. Metode naratif ialah suatu langkah untuk menjelaskan atau membagikan ilustrasi awal pokok penelitian melalui data atau contoh yang disatukan tanpa adanya rekayasa. Metode naratif bertujuan guna menggambarkan bentuk penelitian kata lain akibat penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini bertempat di PT. PLN (Persero) ULP Bangkinang yang berlokasi di Jalan Jendral Sudirman, Langgini, Kecamatan Bangkinang, Kabupaten Kampar, Riau. Pada GI bangkinang mempunyai 2 buah Transformator daya yang melayani 6 buah penyulang, pada Transformator daya pertama berkapasitas 60 MVA melayani 4 penyulang, penyulang melati, penyulang matahari, penyulang sakura dan penyulang ekspres suram. Dan ditransformator daya kedua berkapasitas 30 MVA melayani 2 penyulang, penyulang lavender dan penyulang prambanan. *Feeder* yang dipilih adalah *feeder* Melati karena memiliki aspek pendukung pada penelitian ini supaya dapat berjalan dengan baik. Alasan kenapa saya mengambil lokasi ini adalah dikarenakan beberapa faktor pendukung terjadinya drop tegangan

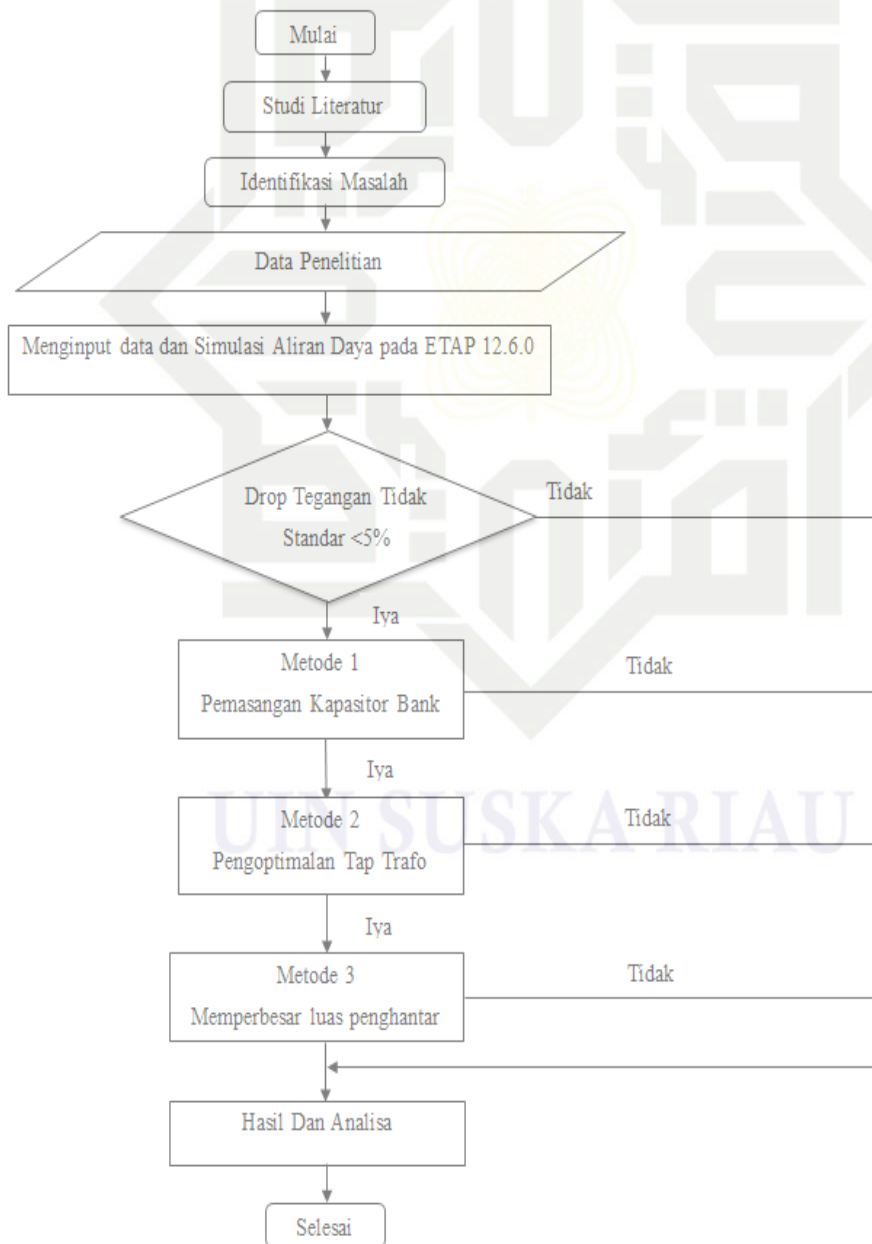
1. konsumsi atau penggunaan dari *feeder* Melati mempunyai pembebanan terbesar sehingga rentan terjadi drop tegangan dengan asumsi terjual sebesar 8.525.268 KWH, nilai penjualan yang besar sehingga drop tegangan sangat besar terjadi.
2. Panjangnya *feeder* melati 224,5 kms, *feeder* terpanjang di ULP Bangkinang, jarak antar trafo yang berjauhan, dikarenakan panjangnya penyulang tegangan hantar dan tegangan keluaran diperkirakan mengalami penurunan atau *drop voltage*.

3.3 Tahapan penelitian

Pada penelitian ini dimulai dari mekanisme studi literature atau review jurnal terkait, antara lainnya adalah dengan cara identifikasi masalah, memastikan masalah juga mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dicoba. Kemudian melakukan pengambilan data terkait, data harian dan data beban puncak, data spesifikasi *transformator* daya, *single line diagram*, data panjang penyulang

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

pada GI Bangkinang *feeder* Melati. Setelah mengumpulkan data lalu melakukan perhitungan drop tegangan, perhitungan besar kapasitas kapasitor yang ingin digunakan, perhitungan settingan tap trafo. Perhitungan besar penghantar yang akan digunakan. Kemudian membuat dan *running single line diagram* GI Bangkinang khususnya jalur ke *feeder* Melati. Simulasi hasil gangguan hubung singkat akan melihat *drop voltage* yang terjadi pada *feeder*. Dengan penambahan kapasitor, pengaturan tap trafo, dan pergantian penghantar apakah sudah mengurangi *drop voltage* pada objek penelitian, dan dilanjutkan dengan kesimpulan dan saran.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian



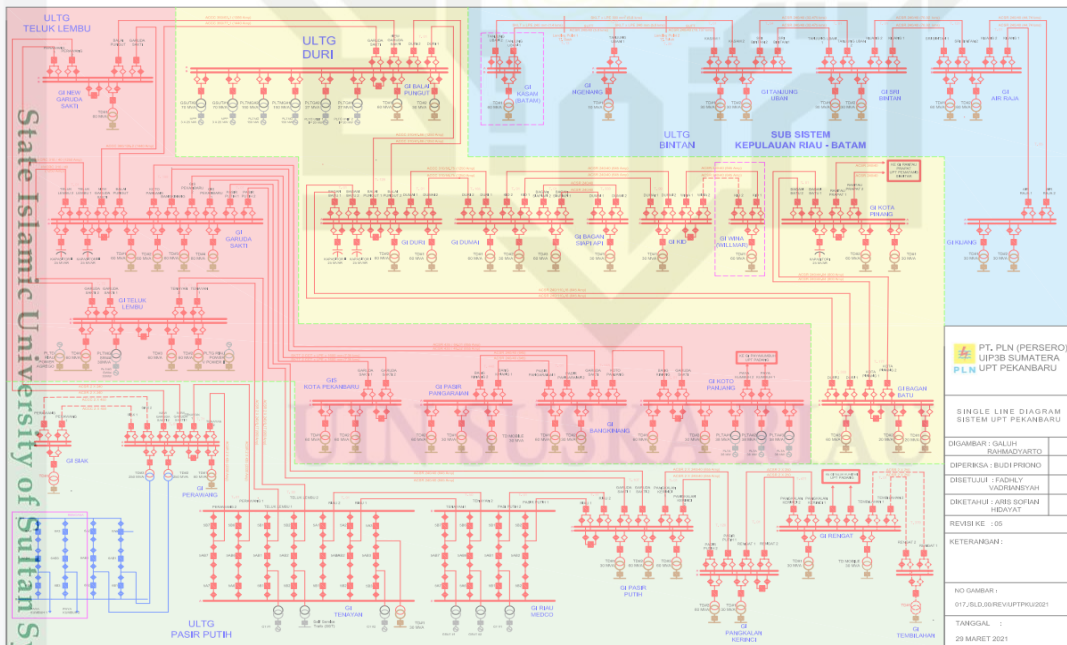
3.4 Studi Literatur

Dalam studi literature yang pertama mencoba pengumpulan sejumlah sumber referensi yang terkait jurnal penelitian sebelumnya dan buku. Pada penelitian yang terkait juga dilakukan analisa pendukung mengenai metode yang digunakan dan metode apa yang digunakan. Lalu melakukan review jurnal, menentukan tujuan, metode, dan hasil pada setiap jurnal yang direview, kemudian menentukan perkembangan dari metode-metode terdahulu, dengan menambahkan beberapa variable sehingga menjadi riset peneliti.

3.5 Pengumpulan Data Sekunder

1. *Single Line Diagram (SLD) ULP Bangkinang*

Single Line Diagram (SLD) merupakan diagram satu jalur, *single line diagram* itu biasanya memuat jalur listrik dari sumber utama (misalkan generator) sampai ke beban (*user*). Selain itu *single line diagram* merupakan konfigurasi jaringan pada jalur transmisi maupun distribusi. Pada ULP Bangkinang terdapat SLD untuk menggambarkan jalur yang menghubungkan antar sistem tenaga dari saluran jaringan transmisi ke saluran jaringan distribusi.



Gambar 3. 2 *Single Line Diagram* UIP3B Sumatera [42]

2. *Data beban pada Feeder Melati*

Gardu Induk Bangkinang memiliki 2 buah *transformator* Daya yang berkapasitas 60 MVA dan 30 MVA, pada *transformator* daya 60 MVA mencakup *Feeder* Melati, *Feeder*

1. Diarhang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



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

Matahari, Feeder Sakura, Feeder Penyulang *Ekspres* Suram, dan pada transformator daya 10 MVA mencakup Feeder Lavender dan Feeder Prambanan.

Table 3.1 Pembebanan pada *feeder* Melati [42]

No	Transformator		Total Beban (kVA)	Arus Beban (A)				Arus Rata- Rata (A)
	Kode	(kVA)		R	S	T	N	
1	BG.102	200	43,14	61,79	48,32	76,91	46,35	62,34
2	BG.179	25	3,18	3,24	5,23	5,3	2,26	4,59
3	BG.170	100	63,33	79,6	80,1	71,5	37,93	77,06
4	BG.266	250	10,47	9,33	14,1	21,96	18,55	15,13
5	BG.173	100	72,67	46,95	103,9	77,5	63	76,11
6	BG.104	200	134,41	213,6	167,51	158,26	152,78	179,79
7	BG.168	160	30,36	29,6	63	39,03	35,5	43,87
8	BG.265	200	37,27	32,03	53,38	76,17	44,24	53,86
9	BG.110	200	78,27	77,06	176,15	86,1	100,77	113,10
10	BG.108	25	14,95	20,02	23,63	21,16	9,23	21,60
11	BG.107	100	93,28	147,46	156,24	187,38	77,79	163,69
12	BG.235	25	7,15	11,46	9,51	10,03	9,3	10,33
13	BG.216	100	19,89	23,82	28,14	34,25	13,87	28,73
14	BG.193	160	27,04	39,22	36,01	42	17,98	39,07
15	BG.191	100	79,26	116,04	110,35	117,24	87,43	114,54

Data pada *feeder* Melati didapatkan ketika pada saat pengumpulan data pada GI Bangkinang dan wawancara dengan pihak PLN terkait dengan data primer dan sekunder.

3. Data Panjang penyulang

Panjang penyulang merupakan data sekunder, untuk menentukan nilai impedansi dan jarak antar penyulang sehingga pembuatan SLD pada jaringan konfigurasi dari pembangkit ke jaringan transmisi sampai ke jaringan distribusi.



Table 3.2 Panjang penyulang GI Bangkinang [42]

Bangkinang	Matahari	135,8 Kms
	Sakura	110,38 Kms
	Lavender	98,59 Kms
	Melati	224,5 Kms
	Prambanan	108,3 Kms
	Maroko	52,5 Kms
	Total	730,07 Kms

3.6 Simulasi Aliran Daya

Melalui analisa aliran beban kita dapat mendapat informasi tentang level tegangan (V) dan sudut fasa tegangan (δ) di setiap bus dalam kondisi *steady-state*. Ini penting karena besarnya tegangan bus harus dipertahankan dalam batas yang ditetapkan. Setelah sudut dan level tegangan bus dihitung menggunakan aliran daya, besar dan deviasi daya reaktif (Q) dan nyata (P) yang melalui setiap saluran dapat dihitung.

Metode Newton-Raphson adalah metode yang lebih canggih, menggunakan konvergensi kuadrat, dan dapat digunakan untuk situasi yang lebih kompleks. Metode ini membutuhkan lebih sedikit iterasi untuk mencapai konvergensi, dan oleh karena itu juga membutuhkan lebih sedikit waktu. Ini juga lebih akurat karena kurang sensitif terhadap faktor-faktor rumit seperti pemilihan bus kendur atau transformator regulasi. Salah satu kelemahannya adalah pemrograman bisa jadi rumit dan membutuhkan memori yang besar.

Langkah-langkah melakukan simulasi aliran daya

1. Pemodelan *single line diagram*
2. Inputan data pada trafo, kabel penghantar, dan pembebanan
3. *Load flow analysis*
4. *Run load flow*
5. *Display Option – Load Flow setting bus voltage* dalam unit V dan %

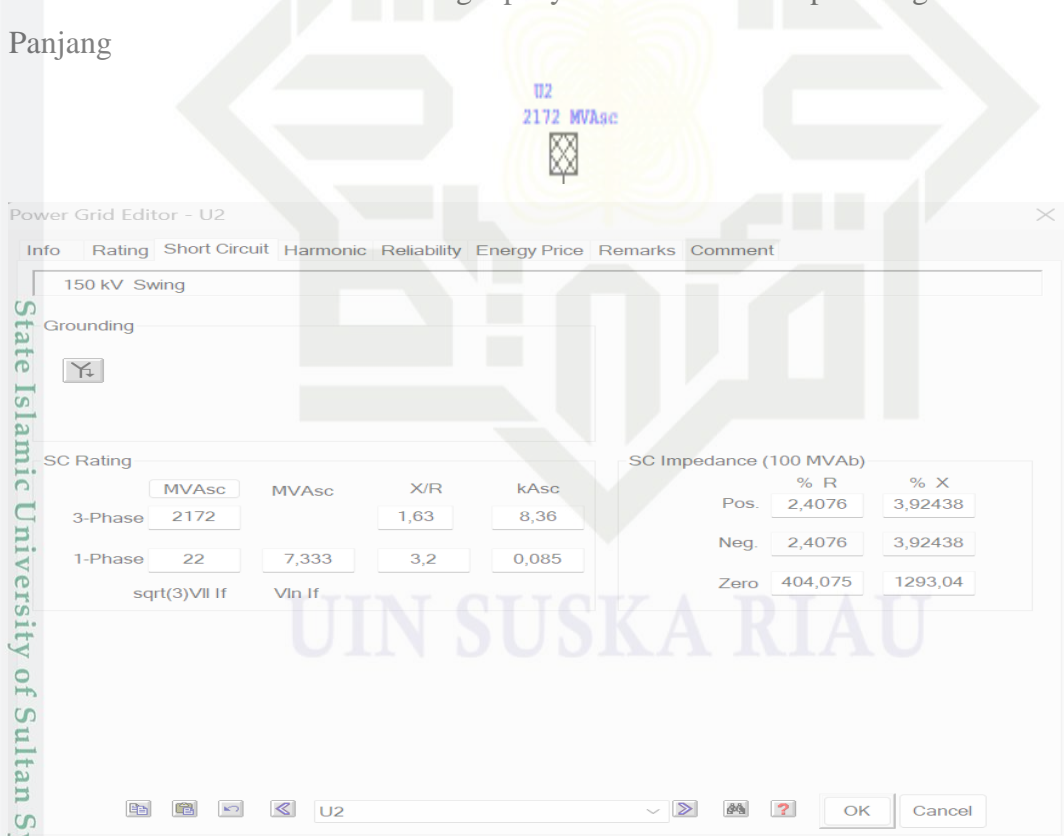
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

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

3.6.1 Pemodelan Single Line Diagram

Pada proses ini yang dilakukan yaitu untuk membuat *Single Line Diagram* baru untuk membuat penulis agar lebih mudah melakukan penelitian ini. Tujuan dari proses ini adalah untuk menganalisis *Drop Voltage* yang terjadi apakah berdampak pada penyaluran listrik pada sistem distribusi *feeder* Melati. Kemudian tahap selanjutnya yaitu mengetahui simulasi aliran daya, simulasi aliran daya setelah penambahan kapasitor, simulasi aliran daya setelah pengoptimalan *tap* trafo, dan simulasi aliran daya setelah memperbesar luas penghantar dengan pembebanan 100%, simulasi aliran daya ini diharapkan dapat mengurangi *drop voltage* pada *feeder* Melati dan memenuhi standar PLN *drop voltage* <5% dengan beberapa metode tersebut mengoptimalkan *drop voltage* yang terjadi akibat gangguan pada *feeder* melati. Berikut proses pemodelan *single line diagram feeder* Melati

1. Memasukan *icon Power Grid* sebagai penyalur sumber listrik pembangkit PLTA Koto Panjang



Gambar 3.3 Icon Power Grid dan Inputan

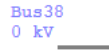
2. Memasukan *icon circuit breaker*



Gambar 3.4 Circuit breaker

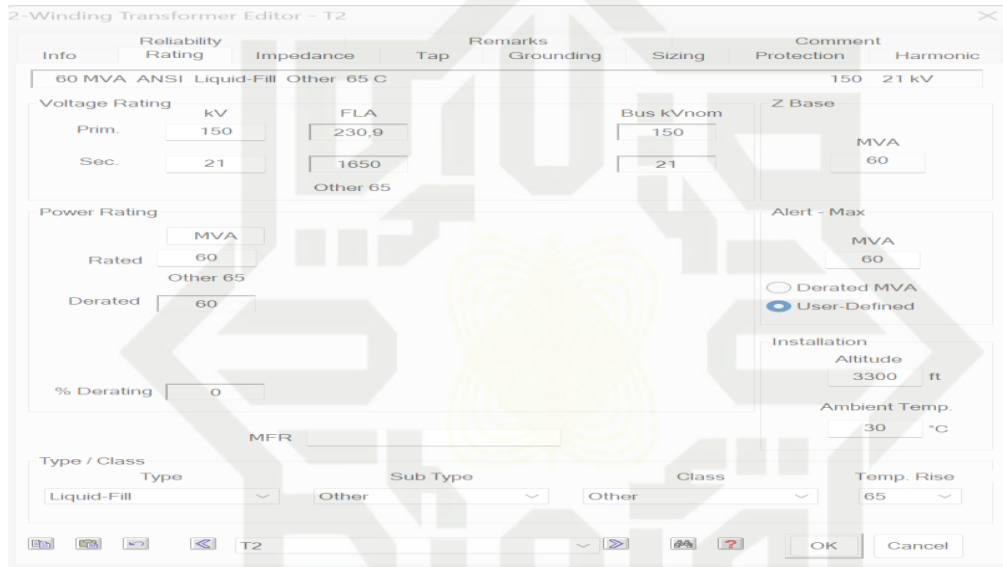
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan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

Memasukan *icon Bus* sebagai penghubung dan melihat tegangan keluaran



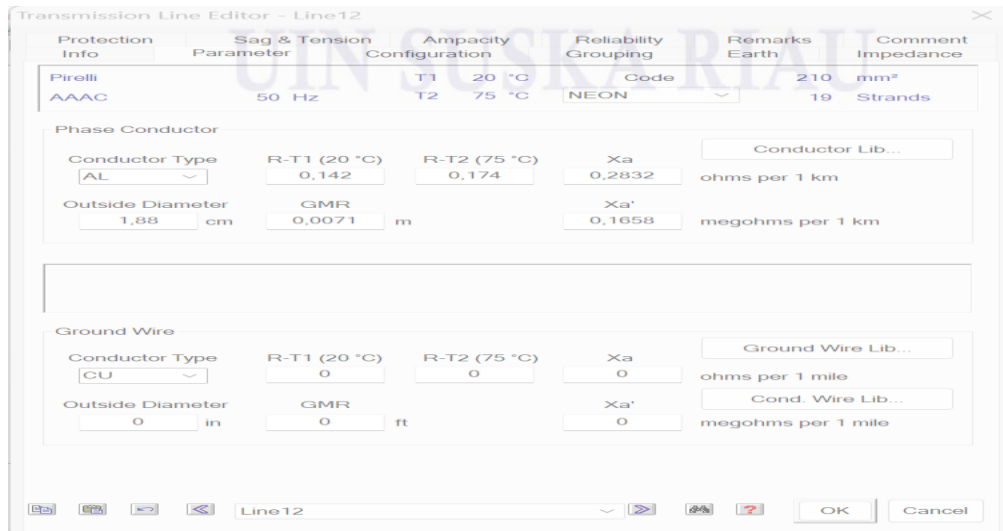
Gambar 3.5 Bus

Memasukan *icon trafo* pada GI Koto Panjang



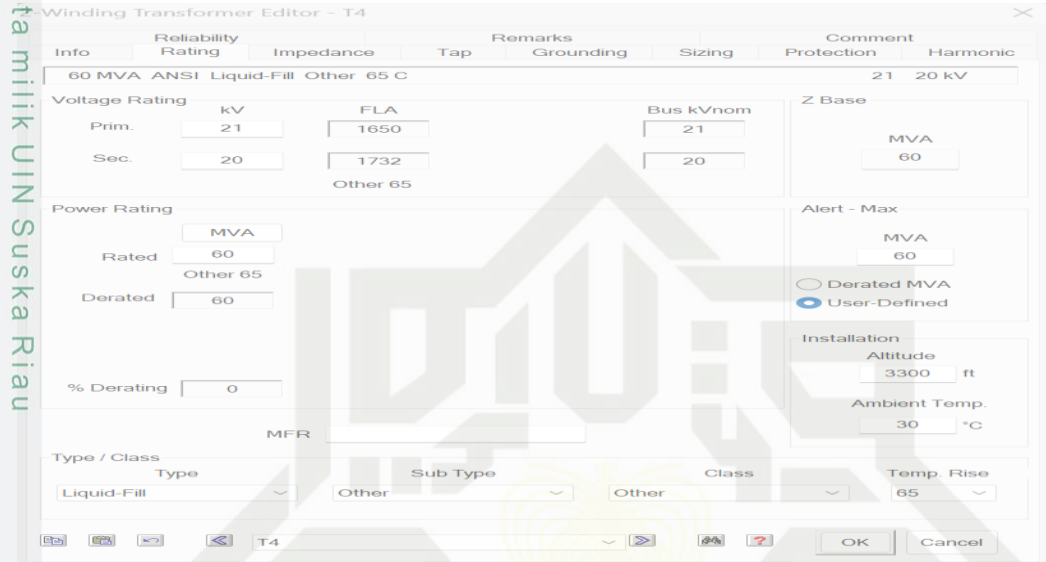
Gambar 3.6 Icon trafo pada GI Koto Panjang dan inputan

5. Memasukan *icon cable transmission*



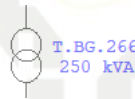
Gambar 3.7 Icon cable dan inputan

Memasukan *icon* trafo pada GI Bangkinang



Gambar 3.8 *Icon* trafo pada GI Bangkinang dan inputan

7. Memasukan *icon* trafo distribusi pada *feeder* Melati



Gambar 3.9 *Icon* trafo distribusi dan inputan

8. Memasukan *icon lumped load* sebagai masukan pembebanan



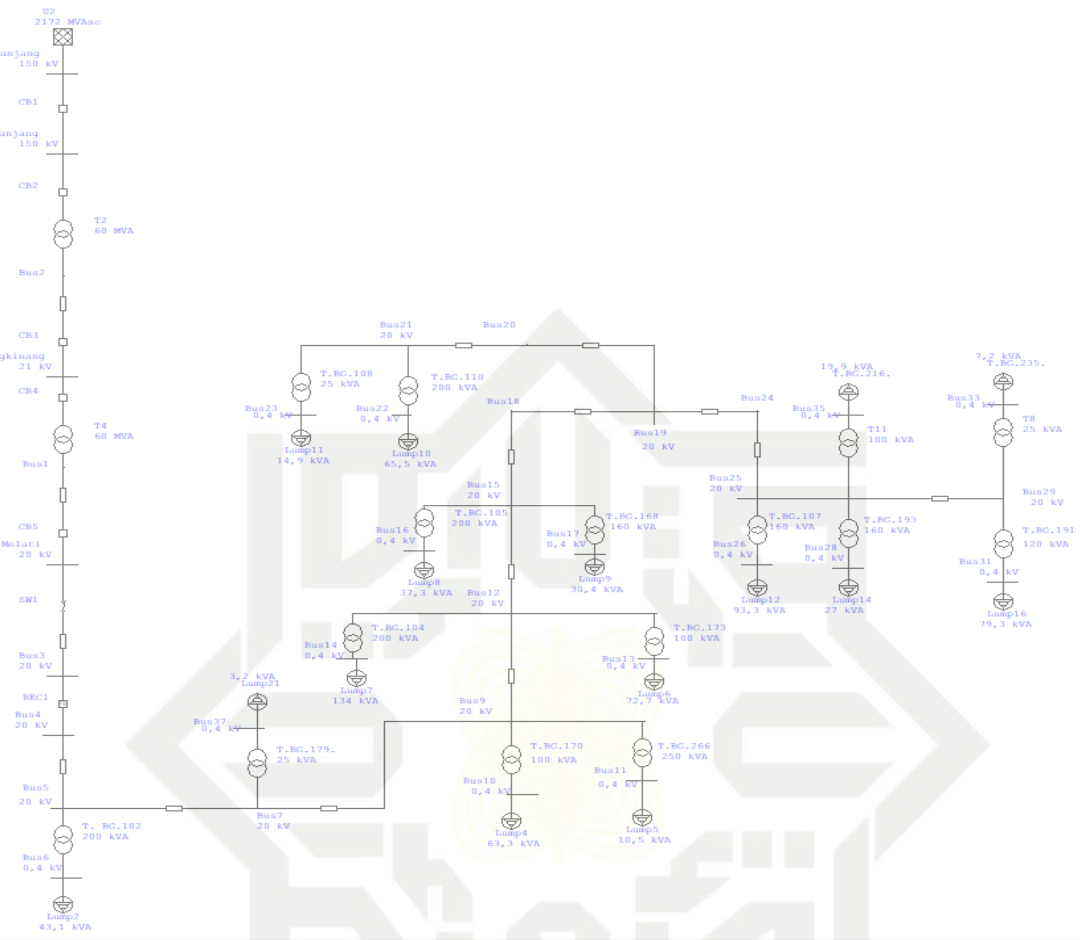
Gambar 3.10 *Icon lumped load*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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



Gambar 3.11 Model Single Line Diagram Feeder Melati

3.6.2 Input Data Jaringan Tegangan Menengah pada Software ETAP 12.6.0

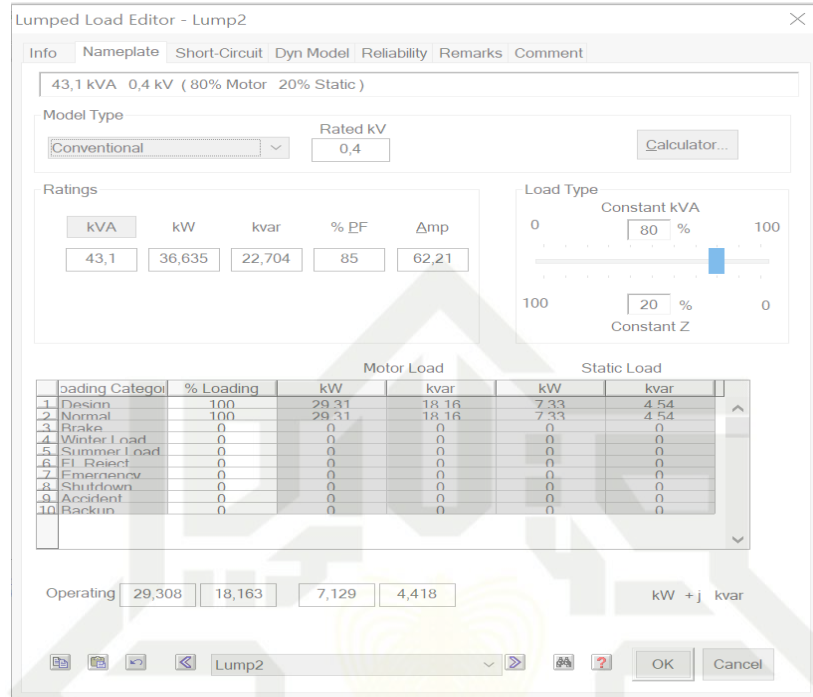
1) Input data transformator daya feeder melati

2-Winding Transformer Editor - T4							
Info	Reliability	Impedance	Tap	Grounding	Sizing	Protection	Comment
60 MVA ANSI Liquid-Fill Other 65 C							21 20 kV
Voltage Rating							
Prim.	kV	FLA		Bus kVnom		Z Base	
Sec.	21	1650		21		MVA	
	20	1732		20		60	
Power Rating							
	MVA						
Rated	60						
Derated	60						
% Derating	0						
Alert - Max							
	MVA						
	60						
	<input type="radio"/> Derated MVA						
	<input checked="" type="radio"/> User-Defined						
Installation							
	Altitude						
	3300	ft					
	Ambient Temp.						
	30	°C					
Type / Class							
Type	Sub Type	Class	Temp. Rise				
Liquid-Fill	Other	Other	65				
MFR							
T4							
OK Cancel							

Gambar 3.12 Input data transformator daya feeder melati

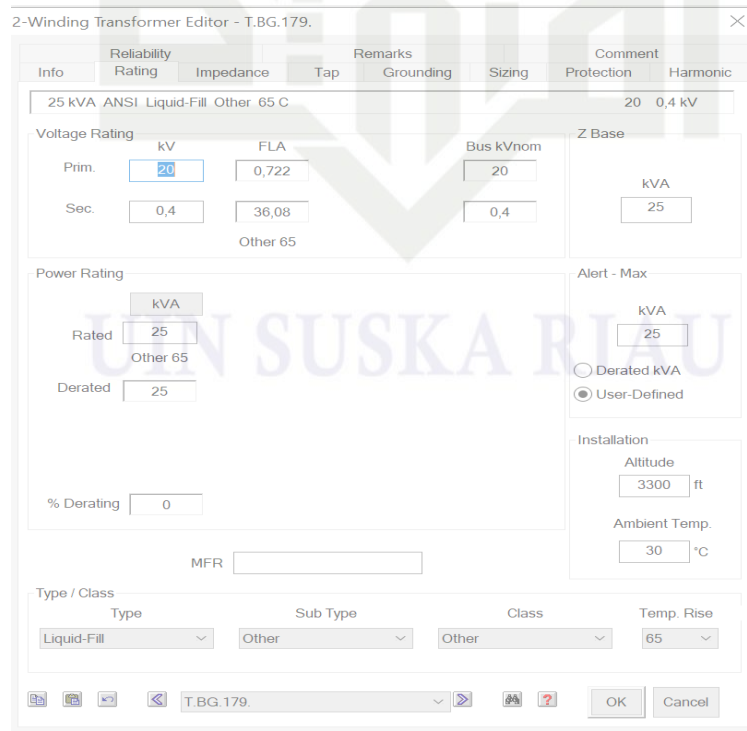
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Input data beban salah satu trafo penyulang distribusi



Gambar 3. 13 Input data beban salah satu trafo penyulang distribusi

3. Input data salah satu trafo distribusi feeder melati

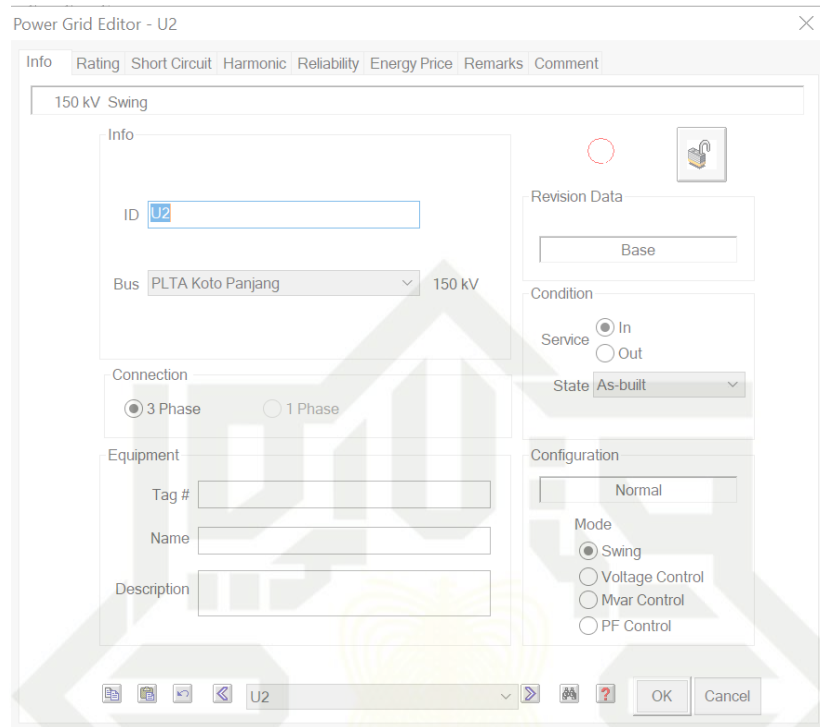


Gambar 3. 14 Input data salah satu trafo distribusi feeder melati

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

4. Input data Impedansi sumber PLTA Koto panjang



Gambar 3. 15 Input data Impedansi sumber PLTA Koto panjang

3.6.3 Simulasi Menggunakan Bantuan Software ETAP 12.6.0

Pada proses ini, untuk dapat menganalisa *drop voltage*, penulis memakai fungsi software ETAP 12.6.0, pada pemrosesan data input dan sudah peneliti sebutkan sebelumnya pada setiap keadaan pada proses penelitian, untuk menghasilkan keluaran yang dipakai untuk perbandingan pada dua kondisi tersebut. Untuk itu penulis akan menjelaskan langkah-langkah yang sudah peneliti coba dalam menggunakan simulasi pada software ETAP 12.6.0

1. Pemodelan *single line diagram* pada gambar 3.7
2. Penginputan data masukan pada *load, bus, trafo, cable, dan circuit breaker*
3. *Running program* pada *load flow analysis*
4. Klik menu *Run Load Flow*
5. Hasil *running* dapat berupa tegangan keluran, arus dan persenan *drop voltage*

3.7 Drop Voltage

Pada tahap awal sebelum menggunakan solusi yaitu dengan beberapa metode, harus dilakukan pengukuran jatuh tegan pada *Feeder Melati*. Pada *Feeder Melati* faktor yang mempengaruhi terjadinya jatuh tegangan adalah jarak antar trafo yang berjauhan, *overload* yang terjadi pada *Feeder melati*, dan belum adanya upaya tambahan yaitu pemasangan

Kapasitor, merupakan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya jatuh tegangan. Untuk mengetahui besaran awal jatuh tegangan yang terjadi pada feeder melati GI Bangkinang dengan menggunakan persamaan 2.9

tahapan dalam proses jatuh tegangan

1. Mendapatkan data dari GI Bangkinang *Feeder Melati*
2. Melakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.9 untuk mendapatkan tegangan yang dihasilkan pada GI Bangkinang *Feeder Melati*
3. Melakukan Pembuatan *single line diagram* terkait dengan data-data yang diperoleh
4. *Running* Program simulasi aliran daya pada ETAP 12.6.0
5. Analisa hasil *running* program pada ETAP 12.6.0

Pada dasarnya beban yang dihasilkan dari sistem tenaga listrik bersifat resistif dan induktif. Beban itu akan masuk ke daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan dari inti sumber listrik. Penyerapan daya reaktif yang disebabkan oleh beban induktif juga menghasilkan terjadi drop tegangan yang dihasilkan dari inti sumber listrik. Hasilnya nilai tegangan di bagian penerima akan menjadi berbeda saat nilai tegangan di bagian pengirim.

Nilai drop tegangan dipastikan dari beberapa keadaan, yaitu daya aktif (P), resistansi dan reaktansi saluran (R dan X) serta daya reaktif (Q). Pengaturan daya aktif bersangkutan pada pengaturan frekuensi sistem. Sedangkan pengaturan daya reaktif akan mempengaruhi nilai tegangan. Oleh sebab itu saat mencoba pengaturan nilai daya reaktif kita dapat mengatur nilai tegangan, yaitu dengan menambahkan kapasitor, pengaturan tap trafo, dan memperbanyak luas penampang penghantar dapat mengurangi *drop voltage* yang terjadi di *feeder*. Melati tetapi tidak bisa dihilangkan karna *drop voltage* pasti akan terjadi jadi hanya bisa meminimalisir.

3.8 Pemasangan Kapasitor bank.

Dimana pada tahapan ini penulis akan menghitung besaran kapasitor yang akan digunakan untuk mengurangi *drop voltage* yang terjadi, dengan nilai kapasitor yang sudah ditentukan yang nantinya akan dimasukkan ke aliran daya di *software* ETAP 12.6.0

Kemudian melakukan perhitungan besaran kapasitor yang sesuai untuk *feeder* melati dengan melakukan persamaan 2.11, peralihan nilai serta peletakan kapasitor bank yang dipakai yang berguna memperoleh nilai tegangan yang diharapkan. Kapasitor bank diletakkan pada bus-bus yang punya selisih tegangan yang besar dari 5 %. Kapasitor bank dapat ditempatkan pada sisi primer dan sisi sekunder pada sistem.

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

ahapan dalam proses Penambahan kapasitor

1. Menghitung besaran kapasitor dengan persamaan 2.11 yang akan diinput nilainya pada *menu rating* pada kapasitor di *software* ETAP 12.6.0
2. Menginput nilai besaran kapasitor pada *menu rating* di ETAP 12.6.0
3. Setelah itu melakukan langkah simulasi aliran daya mengikuti langkah bagian 3.6.3
4. Analisa hasil running program pada ETAP 12.6.0

Pembaruan kualitas tegangan bisa dilakukan dengan membuat daya reaktif yang disalurkan ke sistem. Metode yang bisa digunakan untuk menyeting daya reaktif tersebut ialah dengan memakai bank kapasitor. Pada penelitian ini, pembaruan kualitas tegangan melakukan cara memasang bank kapasitor pada elemen tegangan menengah 20 kV. banyaknya bank kapasitor saat akan pakai dalam proses pembaruan ini adalah satu untuk penyulang melati. Bank kapasitor yang akan pakai dalam perhitungan terlebih dahulu besarnya, supaya bisa memperbaiki penyebab daya penyulang menjadi berharga satu (*unity*). Dengan melakukan percobaan pada kondisi awal jaringan memakai perangkat lunak ETAP 12.6.0, akan diperoleh data seperti besar daya aktif dan reaktif serta faktor daya sistem. Dari nilai tersebut dapat kita rincikan luas dari bank kapasitor yang akan dipakai pada tiap-tiap penyulang, supaya pada penyulang tersebut bernilai satu (*unity*).

Cara pembaruan yang sangat bagus harus dicoba kehandalannya dalam berbagai bidang aspek. Kualitas pembebanan saat akan dilakukannya percobaan adalah memakai beban puncak. Sebelum dijalankannya percobaan, perlu dicoba pengaturan nilai beban pada jaringan, disamakan dengan tingkat pembebanan yang akan dicoba. Setelah diuji coba penyetingan nilai beban kemudian dilakukan simulasi dalam perangkat lunak ETAP 12.6.0. besaran yang akan didapatkan pada saat simulasi tersebut berupa besaran tegangan pada tiap-tiap bus. Metode pembaruan yang tidak mengakibatkan *overvoltage* saat posisi beban ringan serta mendapatkan perbaikan tegangan paling optimal ketika beban tinggi merupakan metode perbaikan yang akan digunakan.

3.9 Pengoptimalan Tap Trafo.

Pada penelitian ini menggunakan percobaan tap transformator, yang mana di penelitian ini dicoba menggunakan pengubahan rasio lilitan primer dan sekunder transformator. Pada penelitian ini, perbaikan kualitas tegangan dicoba dengan menyeting penempatan tap trafo di gardu distribusi 20kV/380V. Penyetingan posisi tap trafo dicoba pada bagian sekunder trafo. Yang mana bentuk dari tap trafo diatur secara otomatis yaitu

nilai 5 dari 10, dikarenakan mengambil titik minimal pada *settingan* tap trafo agar mendapatkan tegangan keluaran sebesar 100% dari tegangan nominal.

Tahapan dalam proses pengaturan rasio tap transformator

1. Melakukan perhitungan nilai *settingan tap* trafo menggunakan persamaan 2.15 dan 2.16
2. Menginput nilai 4 pada *settingan* pada sisi sekunder trafo menggunakan *tools winding transformer editor* pada menu *tap*
3. Setelah itu melakukan langkah simulasi aliran daya mengikuti langkah bagian 3.6.3
4. Menginput nilai 6 pada *settingan* pada sisi sekunder trafo menggunakan *tools winding transformer editor* pada menu *tap*
5. Setelah itu melakukan langkah simulasi aliran daya mengikuti langkah bagian 3.6.3
6. Analisa hasil running program pada ETAP 12.6.0

Pembaruan tegangan memakai trafo pengubah tap cuma dilakukan di gardu distribusi yang diperoleh pada satu penyulang saja. Gardu distribusi yang terdapat pada penyulang itu disetting besarnya *tap* trafonya supaya memperoleh hasil tegangan keluaran sebesar 100% dari tegangan nominal. Setelah dicoba mengatur tap trafo pada semua gardu distribusi, kemudian melakukan uji coba memakai *software* ETAP 12.6.0. nilai *settingan* dari pengaturan tap trafo yang dilakukan pada satu trafo pada *feeder* melati adalah nilai *setting* 5. Dari uji coba yang dilakukan maka diperoleh hasil berbentuk besaran tegangan pada tiap-tiap bus pada semua penyulang serta rugi-rugi daya yang berlangsung pada jaringan. Yang diharapkan dapat mengurangi *drop voltage* yang terjadi pada trafo di *feeder* melati.

3.10 Dengan Pergantian Penghantar

Di penelitian ini penyempurnaan kualitas tegangan dicoba dengan menukar kabel penyulang yang sudah ada pada kabel penyulang baru. Kabel penyulang yang hendak dipakai untuk mengganti kabel yang lama merupakan kabel penyulang besaran impedansinya lebih sedikit. Pada *feeder* melati mempunyai luas penampang kabel awal sebesar 210 mm^2 , lalu diganti dengan kabel yang akan digunakan sebagai kabel pengganti merupakan kabel tipe XLPE (N2XSEYBY/NA2XSEYBY) dengan luas penampang 262 mm^2 dengan menggunakan standar IEC. untuk menentukan besar nilai tegangan akhir keluaran setelah dilakukan pergantian penampang kabel dengan menggunakan persamaan 2.12 dan 2.13.

Tahapan dalam proses memperbesar penghantar kabel

1. Pada *feeder* melati mempunyai diameter penghantar 210mm², dilakukan penaikan besaran diameter penghantar kabel dengan diameter 262mm² pada *tools Library Quick Pick Transmission Line*
2. Dilakukan penaikan diameter penghantar pada *tools Library Quick Pick Transmission Line*
3. Setelah itu melakukan langkah simulasi aliran daya mengikuti langkah bagian 3.6.3
4. Analisa hasil running program pada ETAP 12.6.0

Setelah didapatkan besaran luas penampang yang akan digunakan yaitu luas penampang 262mm², lalu memasukan data-data pada *single line diagram feeder* melati, setelah memasukan data-data yang diperlukan lalu me-*running single line diagram feeder* melati menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0. Metode pergantian penghantar dilakukan setelah menggunakan metode-metode sebelumnya yaitu penambahan kapasitor dan penyettingan tap trafo.

Kasus drop tegangan pada aliran disuatu tempat yaitu diakibatkan dari elemen yang tidak sama dengan tegangan pada suatu objek daya tersebut dan juga dipengaruhi oleh resistansi, reaktansi, dan impedansi pada aliran. Tegangan drop pada saluran yaitu perbandingan antara tegangan pada awal pengiriman ke tegangan pada ujung penerimaan tenaga listrik.

Dari percobaan simulasi yang dilakukan dihasilkan data berupa besaran tegangan pada tiap-tiap bus dan rugi-rugi daya yang di akibatkan pada sistem. Dari hasil percobaan ini pun akan dihasilkan nilai berbentuk nilai tegangan pada tiap-tiap bus dan juga rugi-rugi daya yang berlangsung pada jaringan distribusi. Dengan mengkombinasikan tiap langkah-langkah dari akumulasi kapasitor, pengaturan tap trafo, dan membuat luas penampang penghantar dapat memperbaiki kualitas tegangan pada jaringan distribusi, juga bisa meminimalisir rugi-rugi daya yang terjadi di jaringan distribusi.

3.11 Hasil dan Analisa

Pada tahapan ini penulis akan menghitung persamaan-persamaan untuk menunjang penyelesaian penelitian, salah satunya menghitung *drop voltage* yang terjadi di *feeder* melati. Pertama dilakukan pemodelan *single line diagram* pada *feeder* Melati dikarenakan pada *feeder* Melati belum ada simulasi pada *software* ETAP, setelah adanya simulasi aliran daya pada *single line diagram* pada *feeder* Melati dilakukan *running program* untuk mendapatkan banyaknya trafo yang mengalami gangguan *drop voltage*, selanjutnya didapatkan besaran kapasitor yang akan diinput pada *software* ETAP 12.6.0 yaitu besaran

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

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



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

Kapasitor sebesar 241,272 kVAR, lalu didapatkan besaran nilai *settingan tap* trafo terbaik dengan nilai *settingan* 4, selanjutnya pada tahapan pergantian penghantar dilakukan dengan menaikkan diameter penghantar dari $210mm^2$, dinaikan menjadi diameter $262mm^2$,.

3.12 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa hasil dan sudah sesuai dengan tujuan maka penelitian yang dilakukan berhasil dan dapat ditarik kesimpulan, serta memberikan saran untuk dijadikan referensi penelitian selanjutnya. Menentukan judul Sebagai kerangka dasar berfikir dalam suatu penelitian untuk menggambarkan penelitian secara garis besar, maka diperlukan direpresentasikan kedalam suatu judul. Berdasarkan permasalahan dan tujuan maka peneliti ini berjudul “**Analisis Perbaikan Drop Voltage Dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Pengantar Dan Pengaturan Tap Transformaotr (Studi Kasus Feeder Melati PT. PLN Pekanbaru)**”



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

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Analisa Alternatif Perbaikan Untuk Mengatasi Drop Tegangan Dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Pengantar Dan Pengoptimalan Tap Trafo Menggunakan ETAP Pada Feeder Melati PT.PLN Pekanbaru

Beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari proses simulasi aliran daya kondisi *eksisting* didapatkan bahwasanya terdapat 8 buah trafo yang mengalami gangguan *drop voltage* pada penyaluran listrik pada *feeder* melati yaitu pada trafo T.BG. 104, T.BG. 170, T.BG. 173, T.BG. 108, T.BG. 110, T.BG. 107, T.BG. 191, T.BG. 235. Dari kedelapan trafo tersebut tidak memenuhi *standar* tegangan kirim yang ditetapkan oleh PLN yaitu dengan tegangan standar kirim sebesar $<5\%$. Dengan presentase *drop voltage* sebesar 8,72 %, 8,70 %, 9,22 %, 8,53 %, 7,01 %, 8,47 %, 8,89 %, 6,89 %.
 2. Hasil dari proses simulasi aliran daya dengan penambahan kapasitor, didapatkan bahwasanya setelah ditambahkan kapasitor dengan ukuran 241 kVAR, 2 buah trafo yang tidak mengalami gangguan *drop voltage*, presentase *drop voltage* pun berubah pada bus 22 dan 33 pada awalnya presentase *drop voltage*nya 7,01 % dan 6,89 % hingga tidak ada lagi *drop voltage* dikedua bus tersebut.
 3. Hasil dari proses simulasi aliran daya dengan penyettingan *tap* trafo
 - a. Hasil Simulasi Penyettingan *Tap* Trafo *Settingan* 4
Didapatkan bahwasanya pada saat settingan *tap* trafo bernilai 4 terdapat 2 buah trafo yang tidak mengalami gangguan *drop voltage* yaitu pada trafo T.BG.173 dan pada trafo T.BG.191, trafo T.BG.173 mengalami kenaikan tegangan dari 375,1 V menjadi 397,6 V dan trafo T.BG.191 dari 376,4 V menjadi 399,1 V.
 - b. Hasil simulasi penyettingan *tap* trafo *settingan* 6
Didapatkan bahwa pada saat settingan *tap* trafo bernilai 6 terjadi kenaikan yang besar tetapi melebihi batas yang dianjurkan oleh PLN yaitu 0,4 kV sehingga terjadi gangguan *overvoltage*
- Jadi *settingan* terbaik untuk menutupi gangguan *drop voltage* yang terjadi pada *feeder* Melati yaitu *settingan* 4 dengan penurunan presentase *drop voltage* 0,60 % dan 0,23 % pada bus 13 dan bus 31.



4. Hasil dari proses simulasi aliran daya dengan pembesaran luas penghantar yang dimana awalnya menggunakan kabel penghantar berdiameter 210 mm^2 , mengalami gangguan *drop voltage* dengan nilai tegangan awal pada T.BG.170 379,1 V dan T.BG.104 379,0 V setelah dilakukan pembesaran pada penghantar kabel dengan diameter 262 mm^2 , tegangan hantar menjadi pada T.BG.170 399,9 V dan T.BG.104 399,7 kV. Dan turunnya presentase *drop voltage* 0,01 % dan 0,03 % pada bus 10 dan bus 14.

5.2 Saran

Untuk menekan laju pembebanan pada sistem pendistribusian tegangan pada GI Bangkinang dapat dilakukan penambahan *feeder* baru dan untuk melihat perbandingan tegangan keluaran dapat dicoba menggunakan kapasitor dengan kapasitas yang lebih besar, dan untuk penyettingan *tap* trafo bisa mencoba untuk meriset tegangan dengan nilai *setting* 5, untuk memperbesar luas penghantar dapat dicoba dengan menaikkan diameter kabel dengan yang lebih besar diameternya. Untuk menutupi tegangan yang turun pada *feeder* Melati dapat digunakan *software-software* lain untuk melihat gangguan-gangguan lain pada GI Bangkinang *feeder* Melati.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Abadi and . S., “Analisa Perbaikan Profil Tegangan Sistem Tenaga Listrik Sumbang Menggunakan Kapasitor Bank dan Tap Transformator,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 158, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n2.145.2015.
- [2] D. P. Budi santoso, Albert Gifson, “Perbaikan Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Penyulang Tomat Gardu Induk Mariana Sumatera Selatan,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 1, pp. 34–40, 2017, doi: 10.33322/energi.v9i1.57.
- [3] M. Holong, “Tegangan Jatuh (Drop Tegangan),” *Wordpress.Com*, no. X, pp. 1–4, 2012.
- [4] R. Syufrijal, “Jaringan distribusi tenaga listrik,” 2014.
- [5] W. A. Oktaviani, D. G. Saputri, and T. Barlian, “Analisis Drop Tegangan Dan Manuver Jaringan Pada Penyulang Kikim Dan Parkit Di Pt. Pln (Persero) Area Palembang,” *Electrician*, vol. 13, no. 3, pp. 83–88, 2019.
- [6] Suprianto, “Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu,” *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–72, 2018.
- [7] A. S. Sampeallo, W. F. Galla, and D. M. K. Jala, “Analisis Pengaturan Posisi Tap on Load Tap Changer Pada Transformator Daya 30 Mva 70/20 Kv Di Gi Maulafa,” *J. Media Elektro*, vol. VIII, no. 2, pp. 121–128, 2019, doi: 10.35508/jme.v0i0.1886.
- [8] S. Bandri, R. Andari, and F. E. Mustika, “ANALISIS PERBAIKAN DROP TEGANGAN MELALUI,” vol. 9, no. 2, pp. 221–233, 2021.
- [9] D. N. Ida Widiastuti, “Analisa Drop Tegangan Pada Feeder K 3 Gardu Induk Kudus,” 2020.
- [10] C. Bank, D. A. N. Memperbesar, and L. Penampang, “ANALISA PERBAIKAN JATUH TEGANGAN PADA FEEDER SUDIRMAN , GARDU INDUK SIMPANG HARU MENGGUNAKAN DRAF TUGAS AKHIR Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas,” 2018.
- [11] R. N. Sumarno, S. Handoko, and M. Facta, “Perbaikan Rugi-Rugi Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank dan,” vol. 41, no. 3, pp. 212–218, 2020, doi: 10.14710/teknik.v41n2.24818.
- [12] A. Kristiasmoko, K. S. T. Mt, T. Nurhayati, and S. T. Mt, “Analisis Perubahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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

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

© OLTC Terhadap Setting Tap Pada Transformator Distribusi Feeder Sronдол 4.”

- Hak cipta milik UIN Suska Riau
- [13] D. A. Maulana and D. Nugroho, “Analisa Susut Daya Dan Drop Tegangan Terhadap Jaringan Tegangan Menengah 20Kv Pada Gardu Induk Pandean Lamper Semarang,” pp. 382–389, 2019.
 - [14] D. Y. Sukma and Hermanto, “Perbaikan Jatuh Tegangan pada Feeder Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Teluk Kuantan,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2017.
 - [15] Z. Zulfahri and E. Zondra, “Optimasi Penempatan Optimal Peralatan SVC Dengan Metode Algoritma Genetika,” *J. Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 114–120, 2020, doi: 10.31849/teknik.v14i1.3915.
 - [16] K. Windu Nur Hardianto, Herri Gusmedi, Lukmanul Hakim, “Konferensi Ilmiah Nasional Mahasiswa Indonesia (KOIN MAS) 2017 Penerbit :,” 2017.
 - [17] R. Tiyan Tanto, “Optimalisasi Pengaturan Tegangan Menggunakan Tap Changer,” pp. 1–8, 2015.
 - [18] T. D. A. N. Distribusi and R. Syahputra, “How to address the gray market threat using price coordination,” *Long Range Plann.*, vol. 28, no. 4, p. 131, 1995, doi: 10.1016/0024-6301(95)94318-s.
 - [19] I. Hajar and M. H. Pratama, “TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG CAHAYA PT . PLN (PERSERO).”
 - [20] Djiteng Marsudi, “Operasi Sistem Tenaga Listrik,” pp. 39–40, 2005.
 - [21] PT. PLN (Persero), “Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik,” *PT. PLN*, p. 213, 2010.
 - [22] A. Tanjung, “Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Teluk Lembu Dan Pltmg Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya Dan Drop Tegangan,” vol. 11, no. 2, pp. 160–166, 2014.
 - [23] S. Prof. J.G. Ghodekar, “ANALISIS SUSUT DAYA DAN ENERGI PADA JARINGAN DISTRIBUSI DI PT. PLN (Persero) RAYON PANAKKUKANG,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 16 (1), no. 1, pp. 43–47, 2019.
 - [24] J. Kartoni and E. Ervianto, “ANALISA REKONFIGURASI PEMBEBANAN UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV,” *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2016.
 - [25] D. Abdullah, “Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan dan Simulasi Etap 16 . 0 Pada JTR GD KRDB di Wilayah Kerja PT .

- © PLN (Persero) ULP Serang Kota,” vol. 11, no. 1, pp. 24–31, 2020.
- [26] McGraw-Hill, *Electric Machinery and Power System Fundamental*, 2002nd ed. .
- [27] H. Elnizar, H. Gusmedi, and O. Zebua, “Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan,” *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 116–126, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2197.
- [28] I. Affandy, I. G. D. Arjana, and C. G. Indra Partha, “Pengaruh Rekonfigurasi Penyulang Terhadap Drop Tegangan Penyulang Penebel dan Penyulang Jatiluwih PT. PLN (Persero) ULP Tabanan,” *J. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 7, pp. 724–734, 2021, doi: 10.36418/journalsostech.v1i7.137.
- [29] F. S. Hadisantoso, “Analisa Penurunan Tegangan (Voltage Drop) dan Rugi-rugi (Losses) Penyulang Menggunakan ETAP di Gardu Induk Bandung Selatan,” *Elektra*, vol. 1, no. 2, pp. 42–53, 2016.
- [30] S. Meiriyanti, “PENGARUH PENEMPATAN KAPASITOR BANK PADA TRAFODISTRIBUSI JARINGAN 20 KV DALAM PERBAIKAN FAKTOR DAYA (Studi Kasus Pada Penyulang Kh-08 Jl . Pelabuhan , Pusong Rayon Krueng Geukueh),” vol. 7, pp. 25–30, 2018.
- [31] M.-H. Taylor, Carson W and Singapore, “Power System Voltage Stability.” 1994.
- [32] N. Iubis, Muhammad Fadli Biya & Nurhalim, “Analisa Alternatif Perbaikan Untuk Mengatasi Drop Tegangan Pada Feeder Kota 20 Kv Di Rokan Hulu,” *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 1, pp. 1–5, 2016.
- [33] A. Muhammad *et al.*, “Analisa Rugi-Rugi Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi (JTM) Di PT . PLN (Persero) Area Gorontalo,” vol. 7, no. 3, pp. 295–302, 2018.
- [34] I. Djoko, “Pengantar listrik,” pp. 1–84, 2010.
- [35] R. Syahputra, R. Nasution, D. Prodi, T. Elektro, and F. Teknik, “Pengoperasian Transformator Dengan Menggunakan Tap Changer Aplikasi Gardu Induk Denai,” vol. 1099, pp. 53–60.
- [36] M. A. Auliy and I. B. Pratama, “Analisa Penentuan Estimasi Jarak Gangguan pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode ETAP 12 . 6 . 0,” vol. 3, pp. 31–42, 2021.
- [37] D. Saefrudin, “Edu Elekrika Journal,” vol. 4, no. 1, pp. 17–23, 2015.
- [38] F. S. Dwi and H. Ananta, “Simulasi Penempatan Transformator pada Jaringan Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan,” *J. Edukasi Elektro*, vol. Vol.4 No.1, pp. 1–7, 2020.
- [39] Ali Supriyadi, “ANALISA ALIRAN DAYA PADA SISTEM TENAGA LISTRIK

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

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- ©MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6,” vol. 06, no. 3.
- 40] H. Jadi Ate, “Perbandingan Hasil Iterasi Aliran Daya (Load Flow) Menggunakan Metode Newton Raphson dan Metode Fast-Decoupled Dengan Software ETAP,” *Electrician*, vol. 16, no. 3, pp. 295–300, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n3.2317.
- 41] P. Utomo, “Studi Analisis Kualitas Transformator Daya Gardu Induk 150 Kv Siantan,” *Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- 42] PT.PLN (PERSERO) GI BANGKINANG

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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





LAMPIRAN

Data pembebanan pada bulan juni feeder Melati

REALISASI PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG JTR
BULAN JUNI 2022

NO	NO TRAFU	LOKASI	PHASA	FASOR (KVA)	INDUK (AMP)	JURISDIKSI	BEBAN SIANG (A)				BEBAN MALAM (A)				TOTAL BEBAN (KVA)	TOTAL BEBAN (%)	OVER LOAD	UNBALANCE	%	TEGANGAN (V)				TANGGAL	PETUGAS		
							R	S	T	N	R	S	T	N						TEGANGAN UJUNG	TENSOR STRATA	PHASA	BEBAN NETRA				
1	BB01	PENYULANG					0	22,1	7,8	16,12	0	37,81	13,22	26,32						237	237	412			DEDI DESRIANTO		
		PRAMBANAN				A															238	413				MUHAMMAD YUSUF	
		MERKE TRAFU				B																					
		SINTRA				C																					
		LOKASI				D																					
2	BB02	TANJUNG ALAI KEBUN KARET	3	16	23	Induk	0	22,1	7,8	16,12	0	37,81	13,22	26,32	11,72	72%						0	06-Jun-22	DEDI DESRIANTO			
		PENYULANG					3,33	16,2	10,99	7,22	11,21	26,86	17,33	15,39						234	234	411					
		PRAMBANAN				A															236	412				MUHAMMAD YUSUF	
		MERKE TRAFU				B															237	414					
		SINTRA				C																					
		LOKASI				D																					
3	BB03	TANJUNG ALAI	3	50	72	Induk	35,45	39,42	33,44	15,1	47,39	59,75	44,44	32,44	34,87	70%						0	06-Jun-22	DEDI DESRIANTO			
		PENYULANG					0,11	46,77	47,82	10,22	2,95	65,22	67,36	33,45							232	411					
		PRAMBANAN				A															232	412					
		MERKE TRAFU				B															238	411					MUHAMMAD YUSUF
		SINTRA				C																					
		LOKASI				D																					
4	BB04	TOWER BUKIT BESAR	3	50	72	Induk	19,1	16	15,11	15,22	24,91	19,44	16,68	17,73	14,44	28%						0	06-Jun-22	DEDI DESRIANTO			
		PENYULANG					19,1	16	15,11	15,22	24,91	19,44	16,68	17,73							228	408					
		PRAMBANAN				A															231	411					
		MERKE TRAFU				B															232	403					MUHAMMAD YUSUF
		STARLITE				C																					
		LOKASI				D																					
5	BG06	J. FLAMBOYAN 2	3	16	23	Induk	55,43	24,21	0	35,86	89,22	41,8	0	82,38	30,07	188%	OVER					0	06-Jun-22	DEDI DESRIANTO			
		PENYULANG					55,43	24,21	0	35,86	89,22	41,8	0	82,38							212	427					
		MELATI				A															217	375					
		MERKE TRAFU				B															217	375					MUHAMMAD YUSUF
		SINTRA				C															217	379					
		LOKASI				D															214						

2. Surat persetujuan penelitian dan pengambilan data

UIN RIAU DAN KEPULAUAN RIAU
UP3 PEKANBARU

22 September 2021

Kepada Yth,
UIN SUSKA Riau
Fakultas Sains dan Teknologi
Di Tempat

Nomor Lampiran Sifat Perihal : 1113/STH.01.04/C10020000/2021

Segera
Surat Jawaban Izin Penelitian dan Pengambilan Data

Up. Yth, Dekan

Menanggapi surat rekomendasi dari Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Sains dan Teknologi Nomor : Un.04/F.V/PP.00.9/8134/2021 pada tanggal 1 September 2021 perihal seperti yang tersebut pada pokok surat, maka dengan ini di sampaikan bahwa :

Nama : Oktariano
Nim : 11750515174
Jurusan/Fakultas : Teknik Elektro

Pada prinsipnya dapat di setuju untuk penelitian di PT PLN (Persero) UP3 Pekanbaru untuk pengambilan data dalam rangka penulisan skripsi sarjana Strata – 1 (S-1) dengan judul :

" Analisa Alternatif Perbaikan Untuk Mengatasi Drop Tegangan Dengan Penambahan Kapasitor, Pergantian Penghantar, dan Penoptimalan Tap Trafo Pada Feeder Melati PT PLN Pekanbaru "

Dengan Ketentuan :

Hasil materi yang diperoleh dari pengambilan data dan penelitian/riset tersebut hanyalah dipergunakan untuk tujuan penulisan skripsi semata/tidak untuk dipublikasikan . Persyaratan administrasi lainnya sebelum penelitian/riset dimulai agar dosen yang bersangkutan melapor ke PT PLN (Persero) UP3 Pekanbaru dan selanjutnya dipersilahkan melakukan wawancara ke Sdr. Andhika Frawira s. (0822 8561 4355)

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

MANAGER UNIT PELAKSANA PELAYANAN PELANGGAN PEKANBARU,

YULIANDRA SYAHRIL NURDIN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

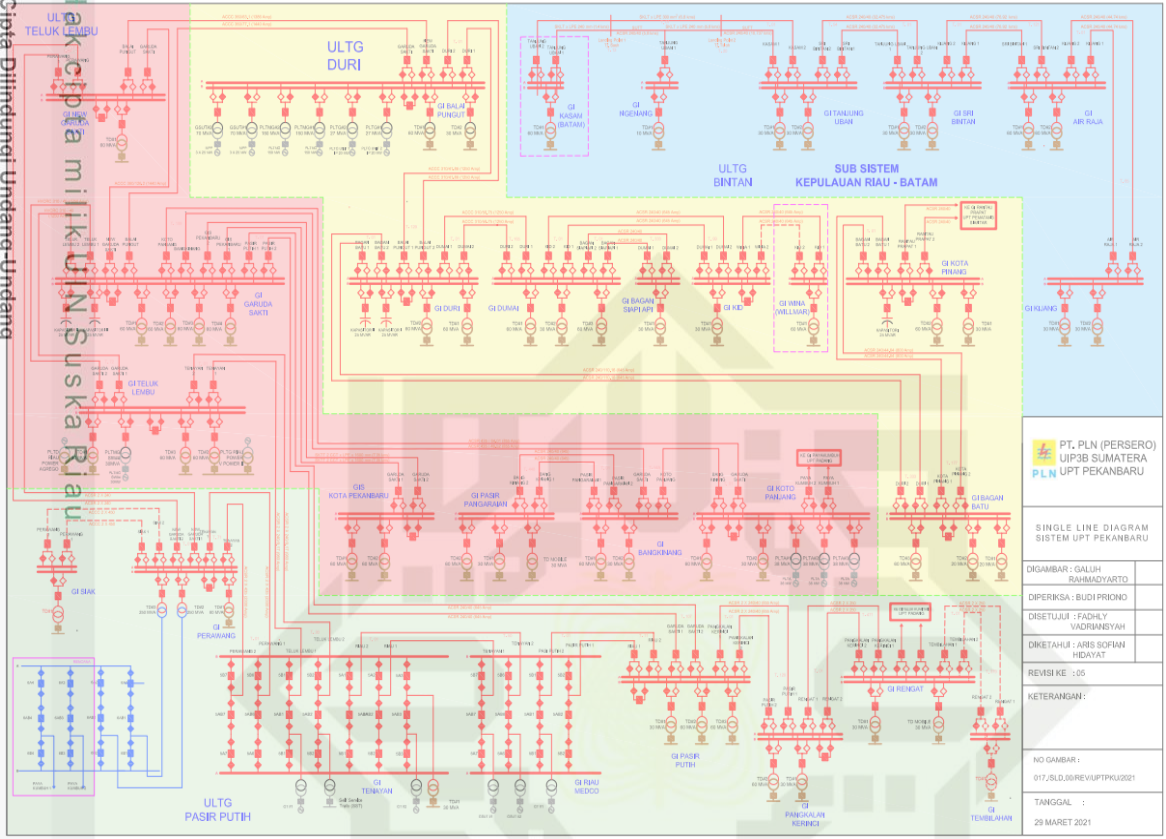
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Single line diagram UIP3B Sumatera



PT. PLN (PERSERO)
UIP3B SUMATERA
PLN UPT PEKANBARU

SINGLE LINE DIAGRAM
SISTEM UPT PEKANBARU

DIGAMBAR : GILIH
RAMADYARTO

DIPERIKSA : BUDI PRONO

DISETUIJ : FADLY
VADRANSYAH

DIREKTOR : ARS SOFIAN
HIDAYAT

REVISI KE : 05

KETERANGAN :

NO GAMBAR :
017_SLD.06/REV/UITPKU0201

TANGGAL :
29 MARET 2021

6. Pembebanan penyulang RIAU dan KEPRI

PEMBEBANAN PENYULANG RIAU & KEPRI
KONDISI BULAN MARET 2021

ULP	GARDU	TRAFO	KAP	BEBAN (A)	MAX (A)	AVG LWBP (A) 14:00	AVG WBP (A) 19:00	ASUMSI KWH JUAL
INDUK	INDUK	DAYA	(MVA)	PENYULANG	(A)	(A)	(A)	(KWH)
PEKANBARU	BANGKINANG	BK	TD#2	30	LAVENDER	150	117	4.178.192
PEKANBARU	BANGKINANG	BK	TD#1	60	MATAHARI	175	104	4.983.765
PEKANBARU	BANGKINANG	BK	TD#1	60	MELATI	307	186	8.525.268
PEKANBARU	BANGKINANG	KP	TD#2	30	PRAMBANAN	136	80	3.576.194
PEKANBARU	BANGKINANG	BK	TD#1	60	SAKURA	166	111	4.607.523
PEKANBARU	KAMPAR	GS	TD#4	60	ARWANA	151	106	3.964.052
PEKANBARU	KAMPAR	GS	TD#1	60	BANDENG	185	131	4.891.152
PEKANBARU	KAMPAR	GS	TD#2	60	GABUS	247	118	3.681.388
PEKANBARU	KAMPAR	BK	TD#2	30	LILI	102	64	2.897.511
PEKANBARU	KAMPAR	BK	TD#2	30	MAWAR	307	169	7.503.480
PEKANBARU	KAMPAR	GS	TD#4	60	TENGGIRI	244	159	6.610.290
PEKANBARU	KOTA BARAT	TL	TD#2	60	AKASIA	300	218	7.306.821
PEKANBARU	KOTA BARAT	TL	TD#2	60	BAKAU	160	96	2.687.722
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#1	60	BAWAL	-	-	-
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#3	60	BELANAK	144	29	725.395
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#2	60	GURAMI	128	100	3.478.795
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#1	60	KERAPU	172	120	3.025.076
PEKANBARU	KOTA BARAT	TL	TD#2	60	KETAPANG	351	139	3.316.722
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#3	60	LELE	184	38	954.151
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#1	60	MUJAIR	266	96	3.652.446
PEKANBARU	KOTA BARAT	GS	TD#3	60	NAPOLEON	127	67	2.160.210

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