

**SIMULASI ALIRAN DAYA PADA PEMBANGKITAN PLTBG 1 MW DI
LABORATORIUM TEKNIK LISTRIK DENGAN KONEKSI PLN
PENYULANG RA.01 RANTAU PRAPAT MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
*ELECTRIC TRANSIENT AND ANALYSIS PROGRAM (ETAP)***

TUGAS AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

**SIMULASI ALIRAN DAYA PADA PEMBANGKITAN PLTBG 1 MW DI
LABORATORIUM TEKNIK LISTRIK DENGAN KONEKSI PLN
PENYULANG RA.01 RANTAU PRAPAT MENGGUNAKAN SOFTWARE
ELECTRIC TRANSIENT AND ANALYSIS PROGRAM (ETAP)**



**Disusun Oleh :
KANTHI WAHYUNI
2000820403005**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal : 15 Agustus 2023**

Dosen Pembimbing I



H. NJ. THAMRIN, ST, M.ENG

Dosen Pembimbing II



IR. ROZLINDA DEWI, M.SI






HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI ALIRAN DAYA PADA PEMBANGKITAN PLTBG 1 MW DI LABORATORIUM TEKNIK LISTRIK DENGAN KONEKSI PLN PENYULANG RA.01 RANTAU PRAPAT MENGGUNAKAN SOFTWARE ELECTRIC TRANSIENT AND ANALYSIS PROGRAM (ETAP)

Tugas akhir ini telah dipertabankan dihadapan Panitia Penguji Tugas Akhir dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik pada Program Studi Teknik Listrik Universitas Batanghari Jambi.

Nama : KANTHI WAHYUNI
NIM : 2000820403005
Hari/Tanggal : Selasa, 15 Agustus 2023
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

PANITIA PENGUJI :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	H. Nj. Thamrin, ST., M.Eng	
Sekretaris	Ir. Rozlinda Dewi, M.SI	
Penguji I	Ir. S. Umar Djufri, MT	
Penguji II	H. Venny Yusiana, ST, M.Kom	
Penguji III	Eko Suprapto, S.Kom., M.SI	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME.

Ka. Prodi Teknik Listrik


Ir. S. UMAR DJUFRI, MT

ABSTRAK

SIMULASI ALIRAN DAYA PADA PEMBANGKITAN PLTBG 1 MW DI LABORATORIUM TEKNIK LISTRIK DENGAN KONEKSI PLN PENYULANG RA.01 RANTAU PRAPAT MENGGUNAKAN *SOFTWARE ELECTRIC TRANSIENT AND ANALYSIS PROGRAM (ETAP)*.

Oleh : Kanthi Wahyuni

Nim : 2000820403005

Limbah cair Palm Oil Mill Effluent (POME) dari pabrik akan menghasilkan biogas yang merupakan gas yang terbentuk secara alami ketika limbah cair pabrik kelapa sawit (POME) terurai tanpa adanya oksigen. Oleh karena itu perusahaan akan memanfaatkan biogas tersebut menjadi energi listrik untuk dijual ke Perusahaan Listrik Negara (PT PLN) Lokasi PLTBg 1 MW berada di Desa Perkebunan Pangkatan, Kecamatan Pangkatan, kabupaten Labuhanbatu, sehingga jaringan lokasi PLTBg 1 MW masuk melalui penyulang RA.01 di GI – Rantau Rapat TD.2 dengan kapasitas trafo daya sebesar 60 MVA, dengan jarak lokasi ke Gardu Induk adalah 30 KMS. Hasil analisis interkoneksi pada PLTBG 1 MW menunjukkan bahwa terjadi perbaikan tegangan di ujung sebelum dan sesudah PLTBG 1 MW beroperasi. Berdasarkan hasil simulasi terdapat 5 parameter percobaan yaitu 75%, 80%, 85%. 90% dan 95%. Pada penelitian ini dilakukan simulasi berupa tegangan, arus dan arus pada pangkal penyulang. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan yang lebih besar terjadi saat kondisi beban 75% sedangkan tegangan yang lebih kecil terjadi saat kondisi beban 95%, dan arus pada pangkal penyulang mengalami penurunan arus saat setelah dikoneksikan dengan PLTBG 1 MW. Berdasarkan tujuan penelitian, maka didapatkanlah hasil simulasi aliran daya pada tabel diatas. Seperti yang terlihat pada tabel bahwa arus terbesar yaitu pada saat kondisi beban 95% sedangkan arus yang terkecil yaitu pada saat kondisi beban 75%. Maka semakin besar beban semakin besar pula aliran daya yang dihasilkan.

Kata Kunci : PLTBG, Simulasi, ETAP

ABSTRACT

SIMULATION OF POWER FLOW AT 1 MW PLTBG GENERATION IN ELECTRICAL ENGINEERING LABORATORY WITH PLN CONNECTION RA.01 RANTAU PRAPAT FEEDER USING *ELECTRIC TRANSIENT AND ANALYSIS PROGRAM (ETAP) SOFTWARE.*

By : Kanthi Wahyuni

Nim : 2000820403005

Palm Oil Mill Effluent (POME) liquid waste from the mill will produce biogas which is a gas that is formed naturally when palm oil mill liquid waste (POME) decomposes in the absence of oxygen. Therefore, the company will utilize the biogas into electrical energy to be sold to the State Electricity Company (PT PLN). The location of the 1 MW PLTBg is in Pangkatan Plantation Village, Pangkatan District, Labuhanbatu regency, so that the 1 MW PLTBg location network enters through the RA.01 feeder at GI – Rantau Meeting TD.2 with a power transformer capacity of 60 MVA, with the location distance to the Substation is 30 KMS. The results of interconnection analysis at the 1 MW PLTBG show that there is a voltage improvement at the ends before and after the 1 MW PLTBG operates. Based on the simulation results, there are 5 experimental parameters, namely 75%, 80%, 85%, 90% and 95%. In this study, simulations were carried out in the form of voltage, current and current at the base of the refiner. Based on the simulation results, it shows that a larger voltage occurs when the load condition is 75% while the smaller voltage occurs when the load condition is 95%, and the current at the base of the feeder decreases in current after being connected to the 1 MW PLTBG. Based on the purpose of the study, the results of the power flow simulation in the table above were obtained. As seen in the table that the largest current is when the load condition is 95% while the smallest current is when the load condition is 75%. So the greater the load, the greater the flow of power produced.

Keywords : PLTBG, Simulation, ETAP

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul “Simulasi Aliran Daya Pada Pembangkitan PLTBG 1 Mw Di Laboratorium Teknik Listrik Dengan Koneksi Pln Penyulang Ra.01 Rantau Prapat Menggunakan *Software Electric Transient And Analysis Program (Etap)*”. Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan kurikulum program pendidikan Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Listrik Universitas Batanghari Jambi.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala rasa hormat penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Ir. S. Umar Djufri, M.T selaku ketua program studi Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
3. Bapak H. NJ. Thamrin, S.T., M.Eng selaku pembimbing utama saya pada tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Rozlinda Dewi, M.SI selaku pembimbing II tugas akhir.
5. Orangtua, keluarga serta saudara dan kerabat atas bantuan dan dukungannya baik moril maupun materil.

Akhir kata menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya kepada pembaca. Terimakasih

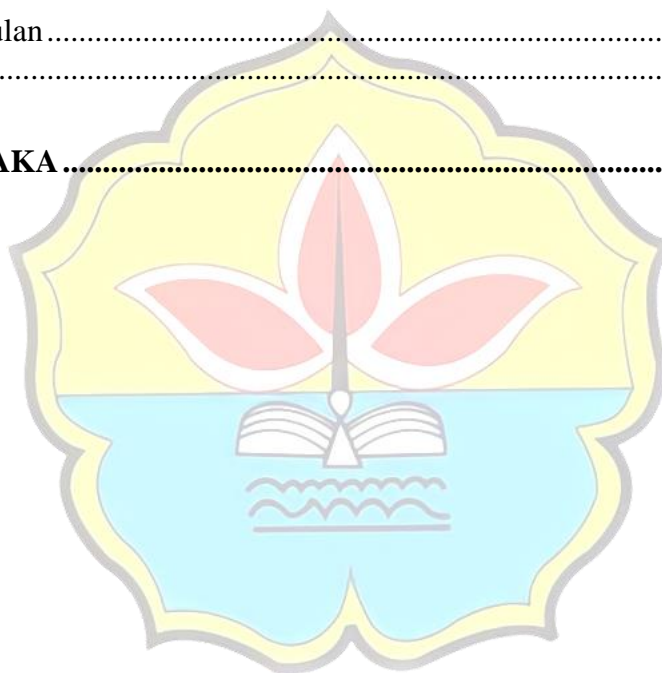
Jambi, Agustus 2023
Penulis

Kanthi Wahyuni
2000820403005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sisematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2 <i>Palm Oil Effluent (POME)</i>	7
2.3 Komponen Utama Biogas.....	8
2.4 Sistem Tenaga Listrik.....	9
2.5 Subsistem Pembangkit.....	10
2.6 Subsistem Transmisi.....	11
2.7 Subsistem Distribusi	11
2.8 Beban	12
2.9 Studi Aliran Daya	12
2.10 Pembangkit Tersebar	13
2.11 Software ETAP <i>Electric Transient and</i> <i>Analysis program (ETAP)</i>	14
2.12 Metode Pembangkitan Listrik Berdasarkan Tingkat Emisi CO2	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Lokasi PLTBG	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3 Peralatan Penelitian	17

3.4 Data Penelitian	19
3.5 Diagram Alir Penelitian	21
3.6 Analisis Data	22
3.7 Hasil Simulasi Aliran Daya Menggunakan <i>Software ETAP</i>	22
3.8 Analisis Perbandingan Simulasi Aliran Daya (<i>Load Flow</i>)	22
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN.....	25
4.1 Simulasi Aliran Daya (<i>Load Flow</i>)	25
4.2 Tetap Simulasi Aliran Daya Menggunakan <i>Software ETAP</i>	25
4.3 Perbandingan Simulasi Aliran Daya.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair (POME) pada berbagai sumber Di Pabrik	7
Tabel 2.2 Komponen Biogas	8
Tabel 2.3 Klasifikasi Kapasitas Pembangkit Tersebar	14
Tabel 2.4 Perbandingan Emisi CO2 Berbagai Pembangkit Listrik	15
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	17
Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop	17
Tabel 3.3 Jenis dan Sumber Data yang Digunakan	20
Tabel 3.4 Data Penyulang	22
Tabel 3.5 Perbaikan Tegangan Ujung Sebelum dan Sesudah operasi PLTBG	23
Tabel 3.6 Perbandingan Total Arus Pada Pangkal Penyulang RA.01 Sebelum dan sesudah operasi PLTBG	23
Tabel 4.1 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 75%	25
Tabel 4.2 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 80%	27
Tabel 4.3 Simulasi Tegangan dengan Kondisi beban 85%	29
Tabel 4.4 Simulasi Tegangan dengan Kondisi beban 90%	31
Tabel 4.5 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 95%	33
Tabel 4.6 Simulasi Arus dengan Kondisi beban 75%	35
Tabel 4.7 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 80%	37
Tabel 4.8 Simulasi Arus dengan Kondisi beban 85%	39
Tabel 4.9 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 90%	41
Tabel 4.10 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 95%	44
Tabel 4.11 Perbandingan Total arus pada pangkal penyulang RA.01 Sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 75%	46
Tabel 4.12 Perbandingan Total arus pada pangkal penyulang RA.01 Sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 80%	46
Tabel 4.13 Perbandingan Total arus pada pangkal penyulang RA.01 Sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 85%	47
Tabel 4.14 Perbandingan Total arus pada pangkal penyulang RA.01 Sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 90%	48
Tabel 4.15 Perbandingan Total arus pada pangkal penyulang RA.01 Sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 95%	48
Tabel 4.16 Perbandingan Perbaikan Tegangan ujung Sebelum dan Sesudah operasi PLTBG	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Proses Produksi Biogas	1
Gambar 1.2 Distribusi Sistem Tenaga Listrik.....	2
Gambar 2.1 Skema Distribusi Sistem Tenaga Listrik.....	10
Gambar 2.2 Segitiga Daya	13
Gambar 2.3 Grafik Emisi CO2 Berbagai Pembangkit.....	15
Gambar 3.1 Lokasi PKS PT Pangkatan Indonesia.....	16
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.3 Single Line Diagram Penyulang RA.01	24
Gambar 4.1 Simulasi aliran daya sebelum koneksi PLTBG pada beban 75%.....	27
Gambar 4.2 Simulasi aliran daya sebelum koneksi PLTBG pada beban 80%.....	29
Gambar 4.3 Simulasi aliran daya sebelum koneksi PLTBG pada beban 85%.....	31
Gambar 4.4 Simulasi aliran daya sebelum koneksi PLTBG pada beban 90%.....	33
Gambar 4.5 Simulasi aliran daya sebelum koneksi PLTBG pada beban 95%.....	35
Gambar 4.6 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 75%	37
Gambar 4.7 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 80%	39
Gambar 4.8 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 85%	41
Gambar 4.9 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 90%	43
Gambar 4.10 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 95%	45
Gambar 4.11 Simulasi Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 75%	46
Gambar 4.12 Simulasi Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 80%	47
Gambar 4.13 Simulasi Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 85%	47
Gambar 4.14 Simulasi Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 90%	48
Gambar 4.15 Simulasi Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 95%	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan suatu kebutuhan pokok manusia dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini hampir semua kebutuhan manusia memerlukan energi listrik, contohnya terdapat dari berbagai sektor rumah tangga, perkantoran, pemerintah, fasilitas umum, industri, hingga kebutuhan fasilitas sosialpun menggunakan sumber listrik.

Demikian pula pada industri, listrik sudah menjadi kebutuhan utamanya yang berfungsi untuk menjalankan semua alat dan mesin-mesin yang terdapat pada industri.

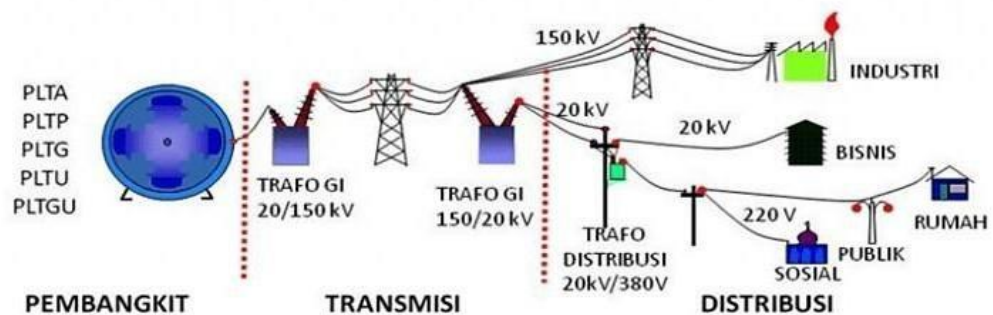
PT Pangkatan Indonesia merupakan perusahaan perkebunan kelapa sawit yang beroperasi di Kabupaten Labuhanbatu Provinsi Sumatera Utara dengan wilayah kebun mencapai 7.134,8 ha dan telah membangun pabrik kelapa sawit dengan kapasitas terpasang 40 ton/jam. Berikut ini merupakan gambar skema Biogas Plant PT. Pangkatan Indonesia :



Gambar 1.1 Skema Proses Produksi Biogas
(Sumber : Coaction.id)

Limbah cair Pabrik Kelapa Sawit PT. Pangkatan Indonesia berpotensi sebagai sumber alternative bahan baku Pembangkit listrik Tenaga Biogas (PLTBg) dengan memanfaatkan limbah cair kelapa sawit yang berasal dari PT. Pangkatan Indonesia layak untuk dijalankan berdasarkan aspek untuk menciptakan energy terbarukan dan investasi, serta membantu memperkuat infrastruktur kebutuhan energi listrik bagi masyarakat. Energy yang dihasilkan dari pembangkit tersebut, akan dimanfaatkan untuk kebutuhan energy listrik

internal/domestic PT. Pangkatan Indonesia dan diberikan kepada pelanggan PLN wilayah labuhanbatu dan sekitarnya. Berikut ini merupakan sistem distribusi tenaga listrik dari pembangkitan yang disajikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 1.2 Distribusi Sistem Tenaga Listrik
(Sumber : Artema co.id)

Limbah cair *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dari pabrik akan menghasilkan biogas yang merupakan gas yang terbentuk secara alami ketika limbah cair pabrik kelapa sawit (POME) terurai tanpa adanya oksigen. Oleh karena itu perusahaan akan memanfaatkan biogas tersebut menjadi energi listrik untuk dijual ke Perusahaan Listrik Negara (PT PLN)

Dalam rangka memenuhi persyaratan PLN untuk menawarkan suplai listrik maka perlu dilakukan pengkajian secara teknis terkait sambungan dan analisis ekonomi. Penyambungan PLT EBT ke sistem distribusi 20 kV milik PLN telah diatur dalam Surat Keputusan Direksi No. 0357.K/DIR/2014. PLT yang dihubungkan ke sistem distribusi PLN dikenal dengan istilah Pembangkit tersebar atau *Distributed Generation* (DG).

Keuntungan yang didapatkan dalam pemakaian DG yaitu :

1. penurunan rugi-rugi daya
2. Memperbaiki profil tegangan sistem distribusi.

Jenis-jenis DG yang umum digunakan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas (PLTBG) berbahan bakar limbah cair kelapa sawit atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME).

Parameter yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Penurunan rugi-rugi daya
2. Profil tegangan.

Kedua parameter tersebut diambil berdasarkan pada syarat Nomor 3.6.2 dan 4.2.1 dalam surat keputusan direksi No. 0357.K/DIR/2014. Berdasarkan peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor 04 tahun 2009 menetapkan bahwa tegangan sistem distribusi harus dijaga pada batas-batas kondisi normal yaitu maksimal +5% dan minimal -10% dari tegangan nominal.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti membahas pada studi ***“Simulasi Aliran Daya Pada Pembangkitan PLTBg 1 MW di Laboratorium Teknik Listrik dengan koneksi PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat menggunakan Software Electric Transient and Analysis program (ETAP)”***

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi aliran daya dan tegangan sistem pada jaringan listrik pada PLTBG 1 MW dengan PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat menggunakan software ETAP?
2. Bagaimana perbandingan Tegangan ujung pada penyulang RA.01 setelah dikoneksikan dengan PLTBg Kapasitas 1 MW setelah dilakukan simulasi menggunakan *software ETAP* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana kondisi aliran daya dan tegangan sistem pada jaringan listrik pada PLTBG 1 MW dengan PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat menggunakan software ETAP
3. Menganalisa bagaimana perbandingan Tegangan ujung pada penyulang RA.01 setelah dikoneksikan dengan PLTBg Kapasitas 1 MW setelah dilakukan simulasi menggunakan *software ETAP* ?

1.4 Batasan Masalah

Dikarenakan banyaknya cakupan permasalahan yang terdapat pada penelitian ini, maka penulis perlu membatasi masalah yaitu sebagai berikut :

1. Analisa aliran daya listrik memanfaatkan hasil data yang didapat dari PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat
2. Data tegangan yang digunakan adalah data selama 5 tahun terakhir yaitu periode 2018-2022 pada PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat.
3. Menganalisa bagaimana kondisi aliran daya dan tegangan sistem pada jaringan listrik pada PLTBG 1 MW dengan PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat menggunakan software ETAP
4. Pada penelitian ini tidak membahas mengenai Kajian kelayakan operasional koneksi PLTBG, hanya mensimulasikan aliran daya pada pembangkitan PLTBG 1 MW dengan koneksi PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat.
5. Pada penelitian ini hanya mensimulasikan dan menganalisis sampai tegangan menengah saja.
6. Menganalisa perbandingan Tegangan ujung pada penyulang RA.01 setelah dikoneksikan dengan PLTBg Kapasitas 1 MW setelah dilakukan simulasi menggunakan *software ETAP*
7. *Software* yang digunakan yaitu *Electric Transient and Analysis program (ETAP)*.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Mempermudah melakukan perhitungan aliran daya dengan menggunakan software ETAP
2. Membandingkan data yang di dapat dari PLN Penyulang RA.01 Rantau Prapat dengan simulasi yang dilakukan menggunakan ETAP agar menghasilkan aliran daya yang efektif.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar mempermudah penulisan dan pemahaman mengenai laporan tugas akhir ini, penulis membagi dalam 5 bab penulisan. Adapun bab-bab dalam penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I : Merupakan bab yang berisi latar belakang. Rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : Menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan fakta yang sedang dibahas dan juga menyajikan berbagai pendapat dan diuraikan teori pendukung yang berkaitan pada analisis aliran daya menggunakan *software ETAP*.

BAB III : Merupakan metodologi penelitian yang memuat langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dengan menjelaskan objek penelitian, variable yang terlibat, dsan metode yang akan digunakan dalam penelitian.

BAB IV : Merupakan hasil dan pembahasan yang berisi hasil uji aliran daya listrik yang disimulasikan menggunakan *software ETAP*.

BAB V : Merupakan kesimpulan tentang ringkasan hasil implementasi dan pengujian, serta saran tentang usulan-usulan terhadap penyelesaian lebih lanjut dari permasalahan yang dikaji.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Analisis aliran daya adalah dasar dalam mempelajari sistem tenaga dalam bentuk aliran daya merupakan inti dari analisis aliran daya. Analisis aliran daya berperan dalam perencanaan penambahan atau ekspansi pada transmisi dan pembangkit. beberapa penelitian tentang analisis aliran daya yang dilakukan yaitu :

Adri Senen (2019), melakukan penelitian tentang Studi Interkoneksi pembangkit Listrik tenaga Biomassa 1 x 9,9 MW di Deli Serdang. Berdasarkan penelitian ini:

“Menunjukkan bahwa dengan masuknya PLTBM Deli serdang ke sistem 20 kV membuat arus hubung singkat menjadi lebih tinggi yaitu sebelum penyambungan arus hubung singkat tertinggi yaitu 12,96 kA dan sesudah penyambungan sebesar 14,53 kA, namun masih dalam standar batas maksimum peralatan *eksisting* 25 kA”.

Antonius Ibi Wiking (2012), melakukan penelitian tentang pengembangan analisis aliran daya dengan memperhitungkan kualitas energi listrik :

“Menunjukkan bahwa penurunan tegangan pada sumber ternyata menimbulkan kerugian total daya yang cukup besar, hal ini terjadi karena dengan menurunnya tegangan sumber maka menurun pula tegangan beban yang menyebabkan timbul arus yang besar”.

Punki priambono (2013), melakukan penelitian tentang analisis aliran daya tiga fasa tidak seimbang menggunakan **metode K-matrik**:
“Pada sistem distribusi 20 kV kota Surabaya hasil validasi metode analisis aliran daya menggunakan metode yang diusulkan dengan hasil analisis aliran daya menggunakan software ETAP untuk 5 penyulang memiliki besar mismatch paling kecil 0.0209 %. Sedangkan untuk semua penyulang memiliki besar mismatch sebesar 0.0991 %”.

Wiwik handajadi (2014), melakukan penelitian tentang analisa perbaikan tegangan pada subsistem dengan pemasangan kapasitor bank dengan etap versi 7.0.

“Penelitian dilakukan pada jaringan transmisi 150kV wilayah subsistem padan, dari hasil simulasi menggunakan etap versi 7.0 rugi-rugi daya nyata sebelum pemasangan kapasitor bank pada transmisi 150kV di wilayah subsistem padan menunjukkan nilai yang cukup tinggi yakni 16.34 MW, setelah dilakukan pemasangan kapasitor bank maka terjadi pengurangan rugi-rugi daya nyata menjadi 13.42 MW”.

Adip Gustian Nigara (2015) Analisis aliran daya sistem tenaga listrik pada bagian *texturizing* di PT. ASIA PASIFIC FIBERS TBK KENDAL menggunakan *software etap power station 4.0*.

“Mengatakan bahwa kondisi kelistrikan secara keseluruhan sudah baik dan sesuai persyaratan dengan klasifikasi total daya aktif sebesar 6.240 kVA, sementara rugi-rugi untuk daya aktif adalah sebesar 18 kW, dan untuk daya reaktif sebesar 217 kVar”.

2.2 Palm Oil Mill Effluent (POME)

Palm oil mill effluent (POME) adalah limbah cair yang dihasilkan dari penggilingan kelapa sawit. Pome tersebut berasal dari tiga sumber, yaitu kondensat sterilisasi, pemisahan lumpur, dan air limbah hidrosiklon. Karakteristik POME disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Karakteristik limbah cair (POME) pada berbagai sumber di pabrik

Parameter semua dalam g/L kecuali pH)	Sterilizer condensate	Clarification wastewater	Hydrocyclone wastewater
pH	4.5 – 5.5	3.5 – 4.5	-
Chemical oxygen demand (COD)	30 – 60 Tabe	40 – 75	15
Biochemical oxygen demand (BOD)	10 – 25	17 – 35	5
Suspenden solids	3 – 5	12 – 18	5 – 12
Total solids	40 – 50	35 – 70	5 – 15
Oil and grease	2 – 3	5 – 15	1 – 5

Total nitrogen	0.35 – 0.60	0.50 – 0.90	0.07 – 0.15
Ammoniacal nitrogen	0.02 – 0.05	0.02 – 0.05	-

(Sumber : PT. Pangkatan Indonesia)

Ketiga sumber ini memiliki karakteristik tersendiri, bila digabungkan membentuk air limbah asam berkekuatan tinggi dengan kandungan komponen organik yang tinggi yang berasal dari minyak, serat dan dinding sel.

2.3 Komponen Utama Biogas

Komponen utama biogas yang menentukan kandungan energi gas adalah metana yang mudah terbakar (CH_4). Bergantung kepada substrat yang dicerna di pabrik biogas, kandungan metana dari biogas berfluktuasi antara 50% dan 75%. Kedua, komponen utama dari biogas adalah karbon dioksida (CO_2) dengan porsi antara 25% dan 50%. Adapun komponen biogas lainnya yaitu air (H_2O), oksigen (O_2), dan sisa-sisa belerang (S_2) dan hidrogen sulfida (H_2S). Apabila biogas ditingkatkan menjadi biometana sekitar 98% metana di pabrik pengolahan biometana, biogas, memiliki sifat yang sama dengan gas alam.

Pengelola proyek biogas dapat memilih salah satu dari beberapa teknologi yang tersedia untuk memastikan terjadinya kontak yang cukup antara substrat dan mikroorganisme serta mencegah mikroorganisme terbawa keluar dari sistem. Berikut ini dipaparkan enam desain umum untuk teknologi penguraian anaerobik.

Tabel 2.2 Komponen Biogas

Unsur	Rumus	Konsentrasi (% Volume)
Metana	CH_4	50-75
Karbon dioksida	CO_2	25-45
Uap air	H_2O	2-7
Oksigen	O_2	< 2
Nitrogen	N_2	< 2
Hidrogen Sulfida	H_2S	< 2
Amonia	NH_3	< 1
Hidrogen	H_2	< 1

(Sumber : PT. Pangkatan Indonesia)

2.4 Sistem Tenaga Listrik

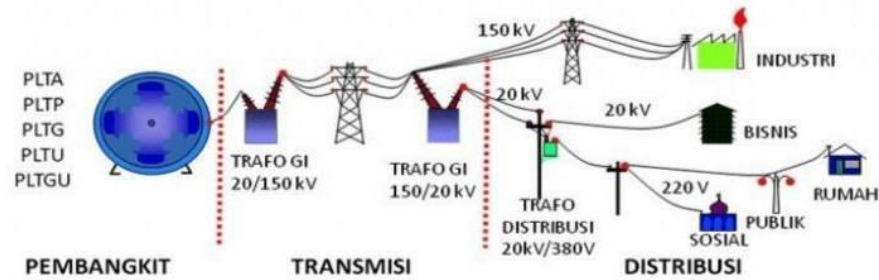
Kerangka tenaga listrik merupakan salah satu perangkat yang dapat mengubah dan memindahkan energi yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan energi dunia. Sebagai aturan umum, kerangka tenaga listrik dibagi menjadi 3 bagian utama, yaitu pembangkit listrik, saluran transmisi dan kerangka dispersi, kemudian pada saat itu, tentang penulisan lain, ditambahkan gardu induk (gardu induk).

Energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit tenaga listrik sebagian besar tidak berada di dekat masyarakat timbunan yang akan dilayani, daya yang dihasilkan akan disebarluaskan ke pusat-pusat tumpukan melalui organisasi transmisi dan organisasi dispersi. Setiap kerangka di atas dibentuk oleh beberapa bagian atau roda gigi yang saling berhubungan satu sama lain, misalnya generator yang terdiri dari generator simultan, speaker, kerangka pengatur tegangan, dan bagian-bagian lainnya.

Kerangka transmisi terdiri dari saluran transmisi, transformator, perangkat keras transfer kesejahteraan, dan pemutus sirkuit, kapasitor, reaktor, dan lainnya. Sementara itu, kerangka tumpukan terdiri dari beban sebagai mesin penerima, mesin terkoordinasi, penerangan, penghangat, dll.

Sistem tenaga dapat dilihat terdiri dari beberapa subsistem, yaitu :

- Pembangkit (*Generation*)
- Transmisi (*Transmission*)
- Subtransmisi
- Distribusi
- Beban



Gambar 2.1 Skema Distribusi Sistem Tenaga Listrik
(Sumber : Artema co.id)

2.5 Subsistem Pembangkit

Salah satu komponen penting dari sistem tenaga adalah generator AC tiga fasa atau biasa dikenal sebagai generator sinkron atau alternator. Pada generator sinkron memiliki dua bidang yang berputar secara sinkron yaitu:

1. Bidang dihasilkan oleh rotor yang digerakkan dengan kecepatan sinkron dan dieksitasi oleh arus.
2. Bidang lainnya diproduksi dalam belitan stator oleh arus jangkar tiga fasa.

Arus DC pada belitan rotor berasal dari sistem eksitasi. dalam unit terdahulu, exciters pada generator yang dipasang pada poros yang sama, memberikan eksitasi melalui shaft.

Pada sistem sekarang, menggunakan generator AC dengan putaran penyearah yang dikenal juga sebagai sistem tanpa sikat eksitasi. sistem eksitasi pada generator dengan mempertahankan tegangan pada generator dan mengontrol aliran daya reaktif. Dikarenakan tidak memiliki komutator, generator AC dapat menghasilkan daya tinggi pada tegangan tinggi, biasanya 30 kV. Dalam pembangkit listrik, ukuran generator dapat bervariasi dari 50 MW sampai 1.500 MW.

2.6 Subsistem Transmisi

Jaringan saluran udara transmisi bertujuan untuk mengirim energi listrik dari unit pembangkit kepada sistem distribusi yang pada akhirnya memasok beban. Jalur transmisi juga menghubungkan pengguna tetangga yang memungkinkan tidak hanya pengirim daya secara ekonomis di dalam wilayah selama kondisi normal, tetapi juga transfer daya antar daerah selama keadaan darurat.

Tegangan transmisi standar dibuat di Amerika Serikat oleh *American National Standards Institute* (ANSI). Saluran tegangan transmisi yang beroperasi pada lebih dari 60 kV distandarisasi pada 69 kV, 115 kV, 138 kV, 161 kV, 230 kV, 345 kV, 500 kV, dan 765 kV *line-to-line*. Tegangan transmisi di atas 230 kV biasanya disebut sebagai tegangan ekstra tinggi (TET).

2.7 Subsistem Distribusi

Sistem distribusi yaitu tegangan yang menghubungkan gardu distribusi ke peralatan layanan masuk konsumen. Jalur pada distribusi primer biasanya kisaran 4 – 34,5 kV dan memasok beban di wilayah geografis yang terdefinisi dengan baik. Untuk penggunaan oleh para konsumen komersial perumahan, yaitu jaringan distribusi sekunder menurunkan tegangan. Saluran dan kabel yang panjangnya tidak melebihi beberapa kaki kemudian memberikan daya kepada konsumen perorangan.

Sedangkan pada distribusi sekunder sebagian besar melayani pada level 240/120 V, fasa tunggal, tiga kawat ; 208 Y/120 V, tiga fasa, empat kawat ; atau 480 Y/227 V, tiga fasa, empat kawat. Untuk daya pada rumah biasa berasal dari transformator yang menurunkan tegangan penyulang primer menjadi 240/120 V dengan menggunakan saluran tiga kawat. Sistem distribusi keduanya saluran udara dan bawah tanah.

2.8 Beban

Sistem tenaga banyak dibagi menjadi :

1. Industri

Untuk beban industri yang sangat besar dilayani oleh sistem transmisi dan langsung dilayani oleh jaringan subtransmisi. Sedangkan beban pada industri kecil dilayani dari jaringan distribusi primer. Beban industri yaitu beban gabungan, dan motor induksi membentuk proporsi tinggi dari beban ini. Beban gabungan ini adalah fungsi dari tegangan dan frekuensi sehingga membentuk bagian utama dari beban sistem.

2. Beban pada komersial dan perumahan

terdiri dari penerangan, pendinginan, dan pemanasan. Pada beban ini tidak tergantung pada frekuensi dan mengkonsumsi daya reaktif yang sangat kecil.

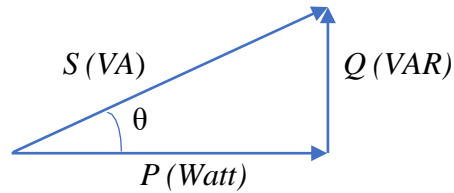
2.9 Studi Aliran Daya

Studi aliran daya dilaksanakan untuk mendapatkan informasi berupa aliran daya dan tegangan sistem dalam kondisi tunak. Studi aliran daya juga merupakan metode analisis sinusoidal yang menggunakan persamaan non linear yang digunakan untuk mengetahui nilai dari tegangan, sudut daya, daya aktif dan daya reaktif di suatu bus (Citra, 2015). Dalam perhitungan aliran daya merupakan suatu alat bantu yang sangat penting untuk mengetahui kondisi sistem (Wilhelmina, 2008). Fitur yang terdapat untuk simulasi analisis/studi yaitu aliran daya, hubung singkat, stabilitas transien, koordinaasi proteksi, starting motor dan lain -lain.

Daya adalah asas terjadinya energi listrik yang dengannya dapat memungkinkan muncul tenaga listrik yang dapat dipergunakan dengan Watt sebagai satuannya (Umar Faruq 2021). Dalam sistem tenaga listrik AC (arus bolak-balik), daya menggunakan konsep segitiga daya dalam pengaplikasiannya.

Dikarenakan dalam system kabel AAAC memiliki beberapa hal yang dapat menyebabkan tidak sesuainya daya awal. Segitiga daya terdiri dari

Daya Aktif (P), Daya reaktif (Q) dan Daya Semu (S), seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.2 Segitiga Daya
(Sumber : Dukumentasi Pribadi)

dari hubungan segitiga pada gambar diatas, maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$S = V \times I \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

$$Q = V \times I \times \sin \phi \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.3)}$$

Keterangan :

$$S = \text{Daya Nyata (Volt Amper (VA))}$$

$$P = \text{Daya Aktif (Watt) (W)}$$

$$Q = \text{Daya Reaktif (Volt Amper) (VA)}$$

$$V = \text{Tegangan (volt) (V)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$\cos \phi = \text{Rasio Perbandingan Sudut Daya Aktif (W) dan Daya Nyata (VA)}$$

$$\sin \phi = \text{Rasio Perbandingan Sudut Daya Aktif (W) dan Daya Reaktif (KVAR).}$$

2.10 Pembangkit Tersebar

Pembangkit Tersebar (*Distributed Generation* atau DG) adalah pembangkit berkapasitas kecil yang berlokasi pada sistem distribusi tenaga listrik dan biasanya ditempatkan pada bus-bus yang terhubung langsung pada beban. Umumnya tipe DG dibedakan pada kapasitas dayanya yaitu pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Klasifikasi Kapasitas Pembangkit Tersebar

No	Klasifikasi Pembangkit tersebar	Kapasitas (MW)	
		Minimum	Maksimum
1	Mikro	0,001	0,005
2	Kecil	0,005	5
3	Menengah	5	50
4	Besar	50	300

(Sumber : PT. Pangkatan Indonesia)

2.11 Software ETAP *Electric Transient and Analysis program (ETAP)*

Electric Transient and Analysis program (ETAP) merupakan salah satu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini dapat digunakan secara :

1. Offline untuk mensimulasikan sistem tenaga listrik
2. Sedangkan pada saat online digunakan untuk pengelolaan data dan mengendalikan sistem secara real-time.

Fitur-fitur yang terdapat pada software ETAP ini bermacam-macam antara lain yaitu fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

ETAP (*Electric Transient and Analysis program*) merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada system tenaga listrik. *Software ETAP* ini mampu menganalisis system tenaga listrik dengan sangat luas. *Software ETAP* bekerja secara langsung dengan tampilan gambar single line diagram atau diagram satu garis.

2.12 Metode Pembangkitan Listrik Berdasarkan Tingkat Emisi CO2

Berdasarkan laporan dari World Nuclear Association (WNA) tahun 2011, yang berjudul Comparison of lifecycle Greenhouse Gas Emissions of various Electricity Generation Source, data menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga air dan angin adalah jenis pembangkit

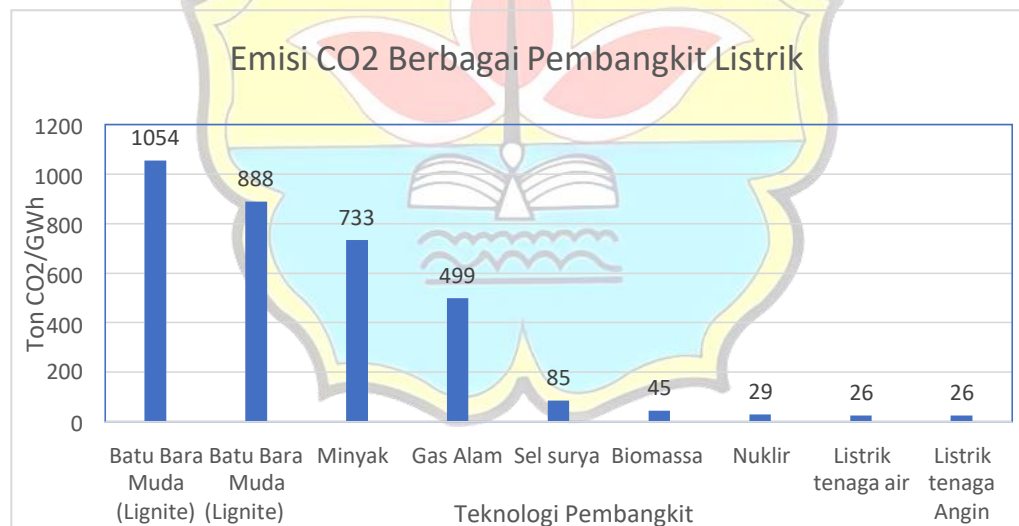
listrik dengan tingkat emisi CO₂ paling rendah dibandingkan jenis pembangkit listrik lain.

Tabel perbandingan emisi CO₂ dari berbagai jenis pembangkit ditunjukkan pada tabel di bawah ini dan dalam bentuk grafik.

Tabel 2.4 perbandingan emisi CO₂ berbagai pembangkit listrik

Teknologi Pembangkit	Rata-rata	Titik Bawah	Titik Atas
	Ton CO ₂ e / GWh		
Batu Bara Muda (Lignite)	1054	790	1372
Batu Bara	888	756	1310
Minyak	733	547	935
Gas Alam	499	362	891
Sel Surya	85	13	731
Biomassa	45	10	101
Nuklir	29	2	130
Listrik Tenaga Air	26	2	237
Listrik tenaga Angin	26	6	124

(sumber : Luqman Hakim)



Gambar 2.3 Grafik Emisi CO₂ berbagai pembangkit
(Sumber : Luqman hakim)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi PLTBG

Lokasi PLTBG 1 MW pada penelitian ini yaitu terletak di wilayah sistem distribusi Kabupaten Labuhan Batu Provinsi Sumatera Utara dengan pusat penyambungan di pabrik kelapa sawit PT Pangkatan Indonesia area pabrik Pengolahan Kelapa Sawit (PKS) milik PT. Pangkatan Indonesia yang berada di desa Perkebunan Pangkatan, kecamatan – Pangkatan, Kabupataen Labuhanbatu, Provinsi Sumatera Utara, dengan koordinat lokasi $02^{\circ}06'44''$ S dan $99^{\circ}56'44''$ E dengan luasan ± 5 Hektar. Peta lokasi PKS dan Pekebunan PT. Pangkatan Indonesia disajikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.1 : Lokasi PKS PT Pangkatan Indonesia
(Sumber : PT Pangkatan Indonesia)

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari, dimana data diperoleh dari PT. PLN (Persero) UIW SUMUT kemudian disimulasikan menggunakan *software ETAP*

3.2.2 Waktu

Untuk waktu pelaksanaannya, penelitian ini dilaksanakan pada semester Genap 2022/2023. Adapun jadwal pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2023			
		Mei	Juni	Juli	Agustus
1.	Tahap persiapan penelitian				
	a. Penyusunan dan pengajuan judul				
	b. Pengajuan proposal				
2	Tahap pelaksanaan				
	a. Pengumpulan data				
	b. Analisis data				
3	Tahap penyusunan laporan				
4	Sidang Tugas Akhir				

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3.3 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu Unit Laptop

Spesifikasi Laptop yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi laptop

No	Nama	Spesifikasi
1	Device Name	ASUS-VIVOBOK
2	Processor	Intel (R) Core (TM) i5-10210U CPU @ 1.60GHz 2.11 GHz
3	Installed RAM	8,00 GB (7,80 GB usable)
4	Device ID	823F9DD7-0A42-48C0-8FAD-63F611A35467
5	Product ID	00327-35903-76067-AAOEM

6	System Type	64-bit operating system, x64-based processor
7	Pen and Touch	No pen or touch input is available for this display

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2. Software ETAP

Sebelum menginstal software ETAP 12.06, harus memastikan komputer/laptop yang akan digunakan memenuhi perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dan disarankan. Seperti yang dicantumkan di bawah ini :

Sistem Operasi (32-bit atau 64-bit)

- Microsoft® Server 2012 (Standar)
- Microsoft Windows® 8 & 8.1 (Standar, Profesional)
- Microsoft Windows 7 (Home Premium, Professional, Ultimate) (SP 1)
- Microsoft Windows Vista (Home Premium, Bisnis, Perusahaan) (SP 2)
- Microsoft Windows XP (Edisi Rumah, Profesional) (SP 3)
- Microsoft Server 2008 R2 (Standar)
- Microsoft Server 2008 (Standar)
- Microsoft Server 2003 R2 (Standar) (SP 2)
- Microsoft Server 2003 (Standar) (SP 2)

Persyaratan Perangkat Lunak Lainnya

- Internet Explorer® 5.01 atau lebih tinggi (atau level versi minimum yang ditentukan oleh Sistem Operasi)
- Microsoft .NET Framework v3.5 (SP 1)
- Microsoft SQL Server Compact 3.5 (SP2)

Persyaratan Konfigurasi PC

- Port USB (jika diperlukan lisensi yang berdiri sendiri)
- Port Ethernet dengan akses jaringan (jika diperlukan lisensi jaringan)

- DVD Drive 10 hingga 80 GB ruang hard disk (berdasarkan ukuran proyek, jumlah bus)
- Monitor 19" direkomendasikan (monitor ganda sangat direkomendasikan)
- Resolusi tampilan yang disarankan -1280 X 1024

Persyaratan Perangkat Keras yang Direkomendasikan

100 Proyek Bus

Intel Dual/Quad core – 2.0 GHz atau lebih baik (atau setara)
RAM 2 GB

500 Proyek Bus

Intel Dual/Quad core – 2.0 GHz atau lebih baik (atau setara)
RAM 4 GB

1.000 Proyek Bus

Intel Dual/Quad core – 3,0 GHz dengan Hyper-Threading & bus kecepatan tinggi (atau setara)
RAM 8 GB (kecepatan tinggi)
Sistem Operasi 64-bit

10.000 Proyek Bus dan Lebih Tinggi

Intel Dual/Quad core – 3,0 GHz dengan Hyper-Threading & bus kecepatan tinggi (atau setara)
RAM 12 GB - (kecepatan tinggi)
Sistem Operasi 64-bit

3.4 Data Penelitian

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung berdasarkan sumber asli. Data primer pada penelitian ini yaitu :

- a. Single line Diagram

- b. Data panjang penyulang
- c. Data beban penyulang.

Pada tabel berikut ini merupakan jenis dan sumber data yang digunakan :

Tabel 3.3 Jenis dan Sumber Data yang Digunakan

No	Jenis	Sumber	Keterangan
1	Spesifikasi Pembangkit		
2	Single line dari GI ke Feeder	PLN	-
3	Data masing-masing penyulang : <ul style="list-style-type: none"> - Tegangan ujung masing-masing feeder - Jumlah trafo - Jenis dan ukuran konduktor - Bebab puncak pada masing-masing feeder - Dan panjang saluran 	PLN	Data pada tahun 2021

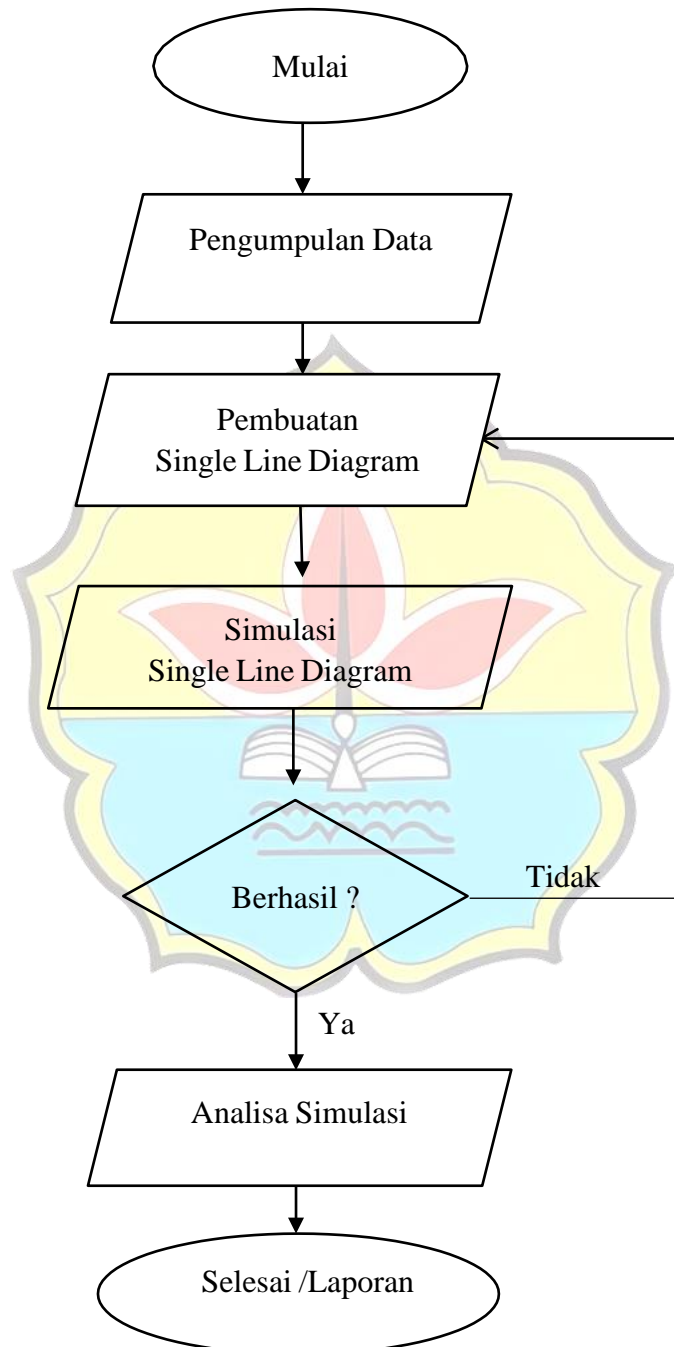
(Sumber : PT. PLN (Persero) UIW SUMUT)

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sumbernya diperoleh dari beberapa media perantara. Pada penelitian ini, data sekunder di dapatkan melalui teori, studi literatur dan jurnal ilmiah.

3.5 Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian

Proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan disajikan dalam bentuk alur diagram alir (*flowchart*) berikut ini :



Gambar 3.2 : Diagram Alir Penelitian

3.6 Analisis Data

1. Lokasi PLTBg 1 MW berada di Desa Perkebunan Pangkatan, Kecamatan Pangkatan, kabupaten Labuhanbatu, sehingga jaringan lokasi PLTBg 1 MW masuk melalui penyulang RA.01 di GI – Rantau Rapat TD.2 dengan kapasitas trafo daya sebesar 60 MVA, dengan jarak lokasi ke Gardu Induk adalah 30 KMS.
2. Data penyulang meliputi beban puncak, daya, jumlah trafo, kabel yang digunakan dan panjang saluran. Data penyulang disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 3.3 : Data Penyulang

Gardu Induk	Beban puncak (Ampere)	MW	Jumlah Trafo (bh)	Kabel	Panjang saluran (Kms)
R. Prapat	141	4,15	51	1. SUTM AAAC 3x 240 mm ² = 37,1 kms 2. AAAC 3x150 mm ² = 25 kms 3. AAAC 3 x 70 mm ² = 71 kms.	133,10

(Sumber : PT. PLN (Persero) Rantau Prapat)

3.7 Hasil Simulasi Aliran Daya Menggunakan Software ETAP

Pada penelitian ini, akan menganalisis hasil simulasi aliran daya berupa single line diagram penyulang sebelum dan sesudah beroperasi. Dari hasil simulasi, terdapat perbandingan tegangan ujung penyulang dan arus pada pangkal penyulang sebelum PLTBG 1 MW beroperasi. Data yang akan dihasilkan pada simulasi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

3.8 Analisis Perbandingan Simulasi Aliran Daya (Load Flow)

Setelah simulasi dan dikoneksikan dengan PLTBG 1 MW, maka terdapat perbandingan antara tegangan dan arus, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.5 Perbaikan tegangan ujung sebelum dan sesudah operasi PLTBG

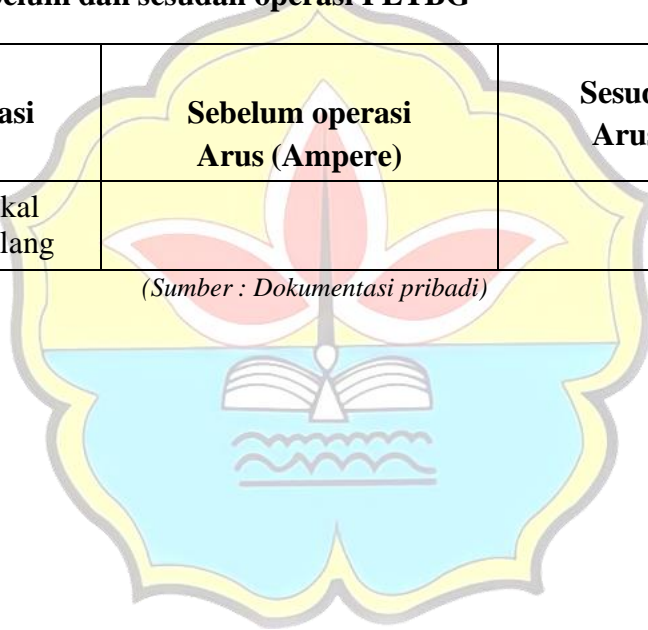
No	Lokasi	Sebelum PLTBG Operasi		Sesudah PLTBG Operasi	
		Tegangan (Kv)	Persentase Tegangan (%)	Tegangan (Kv)	Persentase Tegangan (%)
1	NL138				

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

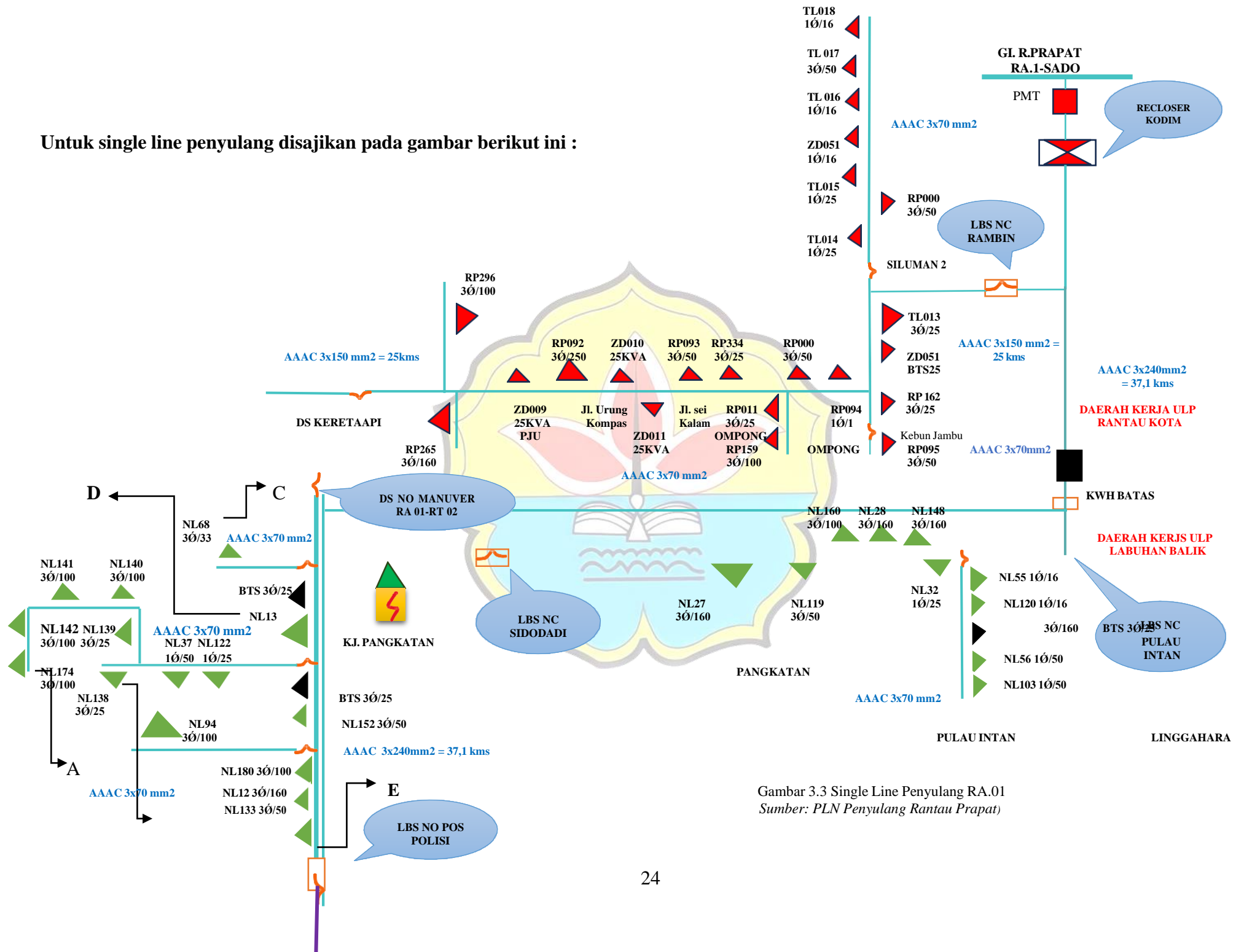
Tabel 3.6 Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum dan sesudah operasi PLTBG

No	Lokasi	Sebelum operasi Arus (Ampere)	Sesudah Operasi Arus (Ampere)
1	Pangkal Penyulang		

(Sumber : Dokumentasi pribadi)



Untuk single line penyulang disajikan pada gambar berikut ini :



Gambar 3.3 Single Line Penyulang RA.01
 Sumber: PLN Penyulang Rantau Prapat)

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Aliran Daya (*Load Flow*)

Simulasi aliran daya diterapkan pada sistem interkoneksi PLTBG 1 MW di PT. Pangkatan Indonesia Desa Perkebunan Pangkatan, Kecamatan Pangkatan, kabupaten Labuhanbatu sesuai dengan data yang diperoleh dari PT. PLN (persero) PT. PLN (Persero) UIW SUMUT Rantau Prapat. Berdasarkan tabel 2.1 PLTBG merupakan salah satu pembangkit Tersebar yang termasuk dalam klasifikasi kecil berkapasitas 1MW.

4.2 Tetapan Simulasi Aliran Daya Menggunakan *Software* ETAP

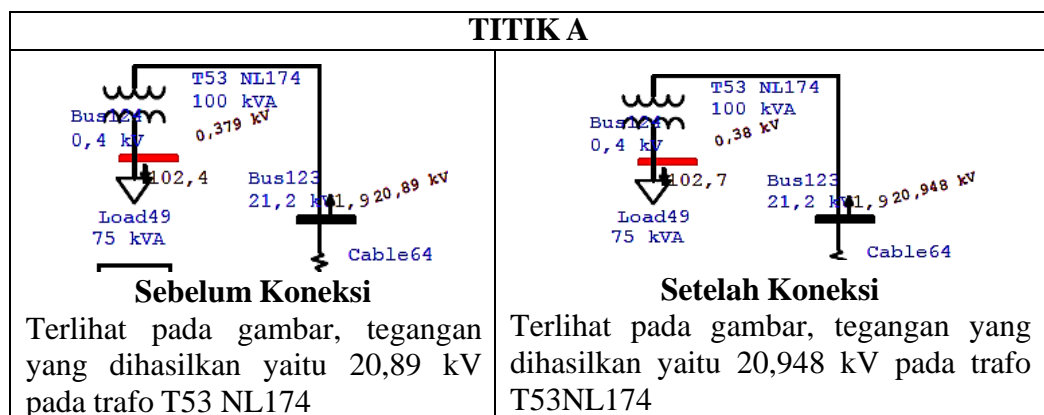
Secara aliran daya, PLTBG 1 MW PT Pangkatan Indonesia akan meningkatkan kehandalan tegangan pada GH di pangkatan. Simulasi aliran daya sebelum dan sesudah terkoneksi disajikan pada gambar berikut ini :

4.2.1 Simulasi Tegangan

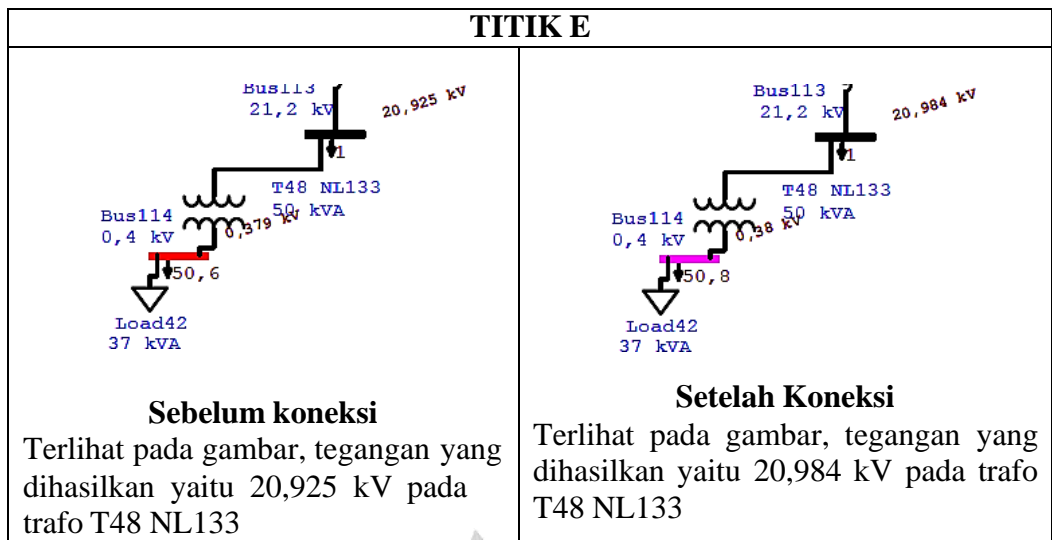
Tabel 4.1 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 75%

No	Link Simulasi	Kondisi Tegangan pada saat beban 75%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	20,89 kV	20,948 kV
2	Titik B (NL138)	20,913 kV	20,971 kV
3	Titik C (NL68)	20,965 kV	21,024 kV
4	Titik D (NL13)_	20,941 kV	21 kV
5	Titik E (NL133)	20,925 kV	20,984 kV

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



TITIK B	
<p>Sebelum koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,913 kV pada trafo T41 NL138</p>	<p>Setelah Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,971 kV pada trafo T541 NL138</p>
TITIK C	
<p>Sebelum koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,965 kV pada trafo T35 NL68</p>	<p>Setelah Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 21,024 kV pada trafo T35 NL68</p>
TITIK D	
<p>Sebelum koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,941 kV pada trafo T38 NL13</p>	<p>Setelah Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 21 kV pada trafo T38 NL13</p>

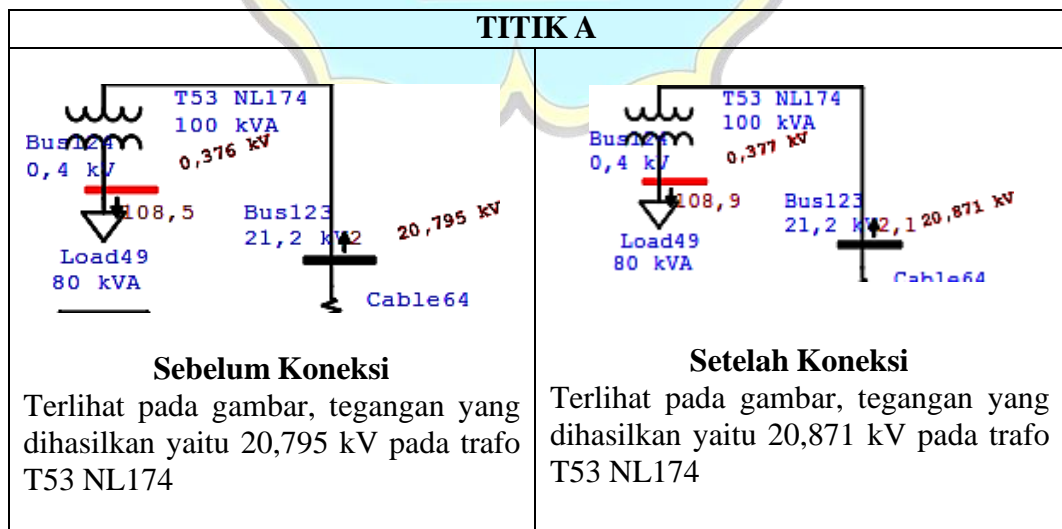


Gambar 4.1 Simulasi aliran daya sebelum dan sesudah koneksi PLTBG pada beban 75%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

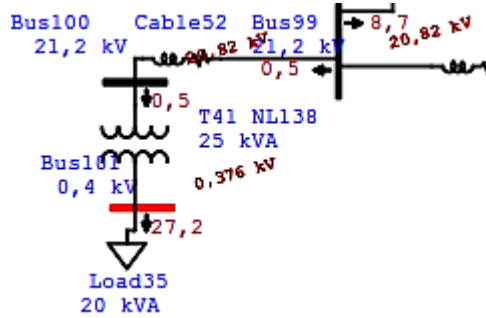
Tabel 4.2 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 80%

No	Link Simulasi	Kondisi Tegangan pada saat beban 80%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	20,795 kV	20,871 kV
2	Titik B (NL138)	20,82 kV	20,896 kV
3	Titik C (NL68)	20,876 kV	20,952 kV
4	Titik D (NL13)	20,85 kV	20,926 kV
5	Titik E (NL133)	20,833 kV	20,909kV

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

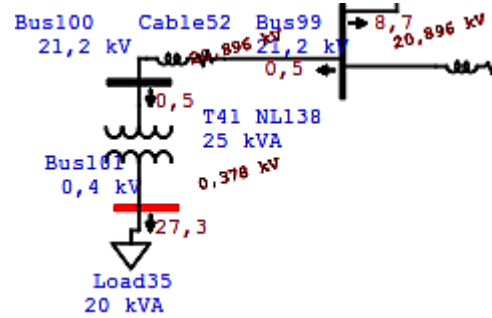


TITIK B



Sebelum Koneksi

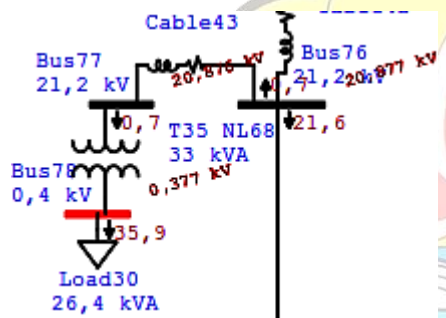
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,82 kV pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

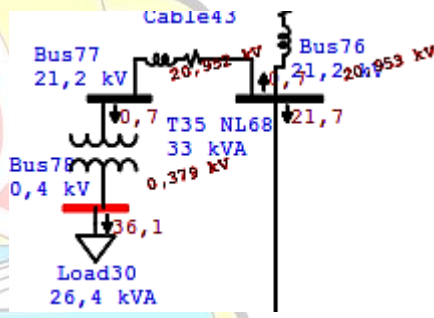
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,896 kV pada trafo T41 NL138

TITIK C



Sebelum Koneksi

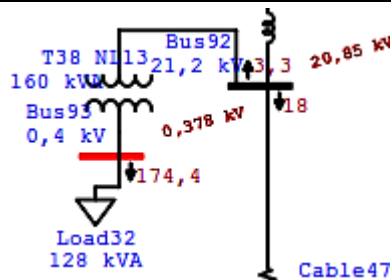
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,876 kV pada trafo T35 NL68



Setelah Koneksi

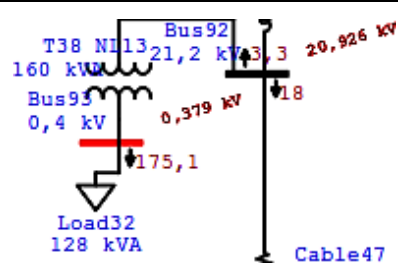
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,952 kV pada trafo T35 NL68

TITIK D



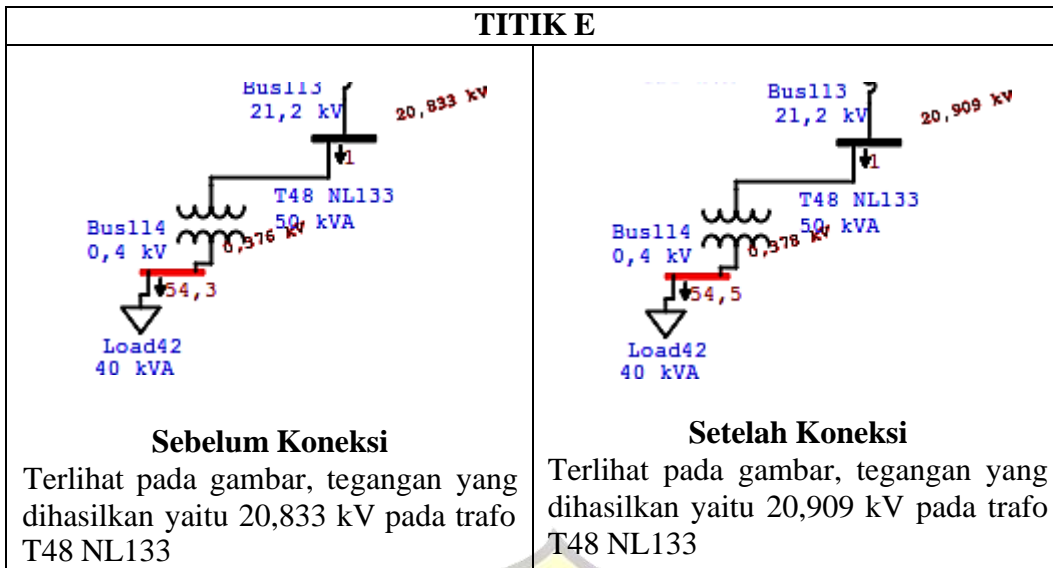
Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,85 kV pada trafo T38 NL13



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,926 kV pada trafo T38 NL13

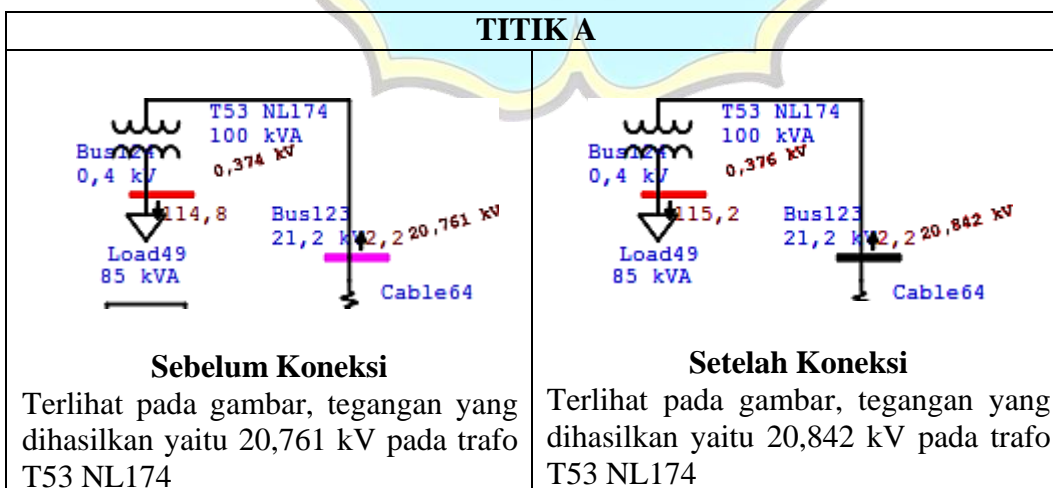


Gambar 4.2 Simulasi aliran daya sebelum dan setelah koneksi PLTBG pada beban 80%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

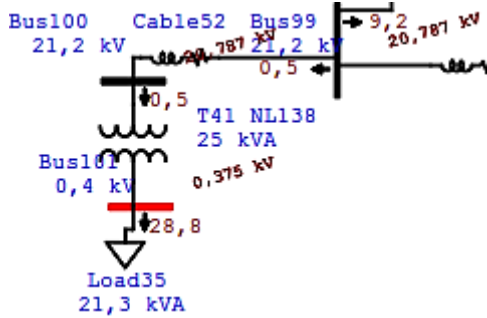
Tabel 4.3 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 85%

No	Link Simulasi	Kondisi Tegangan pada saat beban 85%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	20,761 kV	20,842 kV
2	Titik B (NL138)	20,787 kV	20,868 kV
3	Titik C (NL68)	20,847 kV	20,929 kV
4	Titik D (NL13)	20,819 kV	20,9 kV
5	Titik E (NL133)	20,8 kV	20,882 kV

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

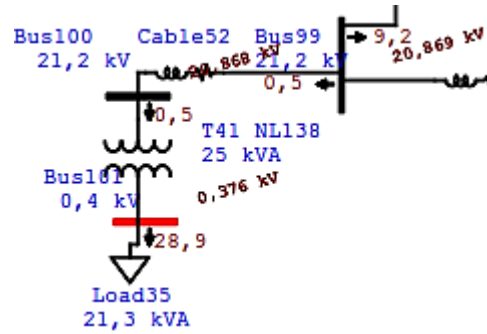


TITIK B



Sebelum Koneksi

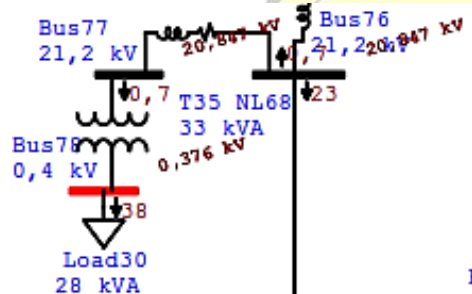
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,787 kV pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

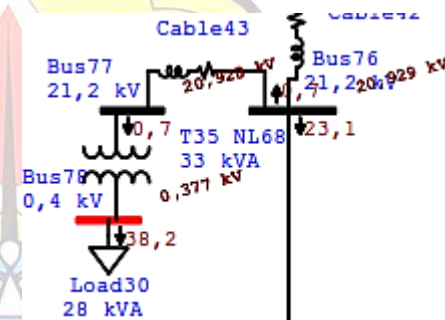
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,868 kV pada trafo T41 NL138

TITIK C



Sebelum Koneksi

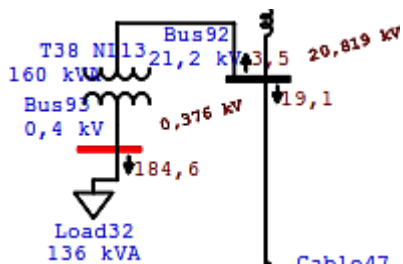
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,847 kV pada trafo T35 NL68



Setelah Koneksi

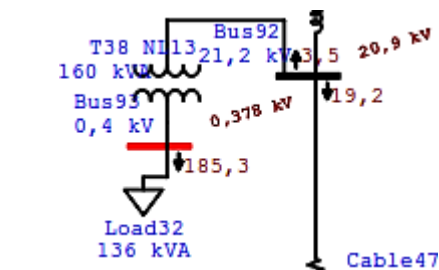
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,928 kV pada trafo T35 NL68

TITIK D



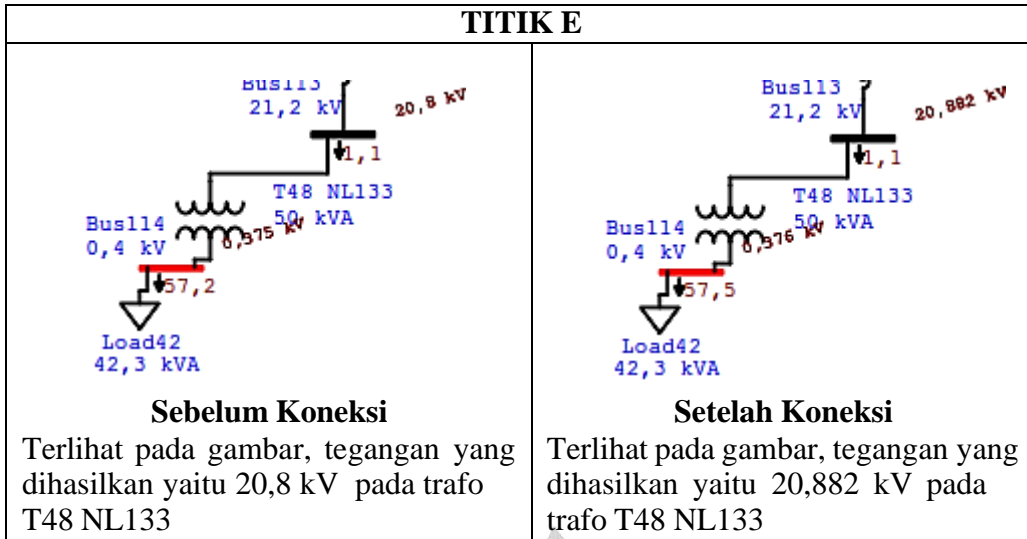
Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,819 kV pada trafo T38 NL13



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,9 kV pada trafo T38 NL13

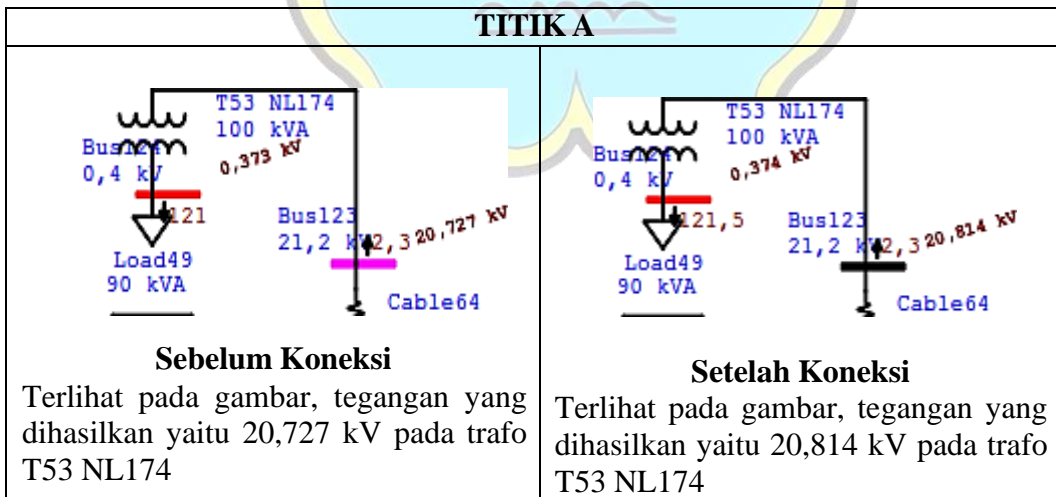


Gambar 4.3 Simulasi aliran daya sebelum dan setelah koneksi PLTBG pada beban 85%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

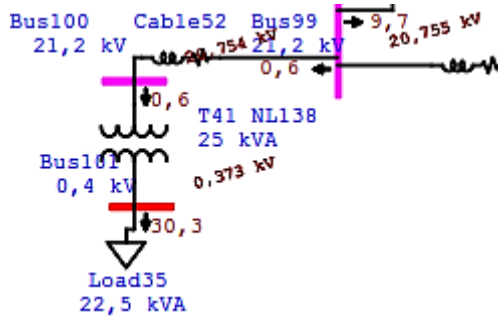
Tabel 4.4 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 90%

No	Link Simulasi	Kondisi Tegangan pada saat beban 90%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	20,727 kV	20,814 Kv
2	Titik B (NL138)	20,754 kV	20,841 kV
3	Titik C (NL68)	20,818 kV	20,905 kV
4	Titik D (NL13)	20,788 kV	20,875 kV
5	Titik E (NL133)	20,768 kV	20,855 kV

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

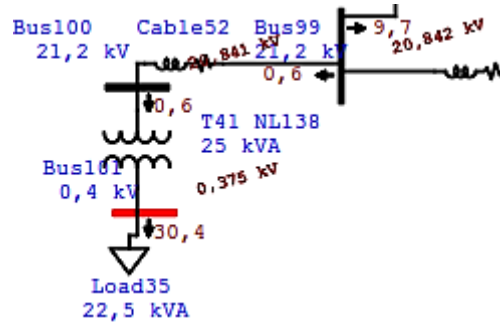


TITIK B



Sebelum Koneksi

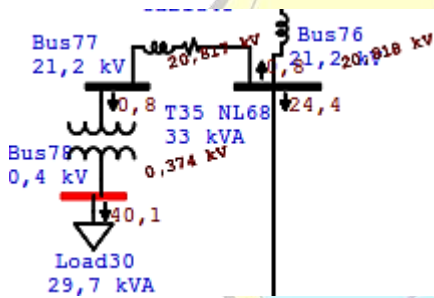
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,754 kV pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

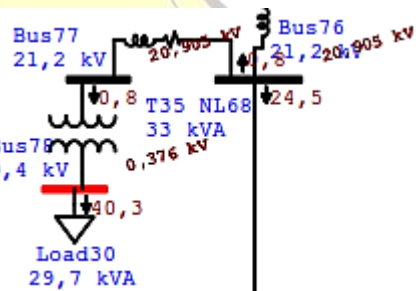
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,842 kV pada trafo T41 NL138

TITIK C



Sebelum Koneksi

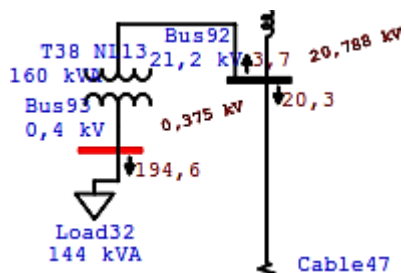
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,818 kV pada trafo T35 NL68



Setelah Koneksi

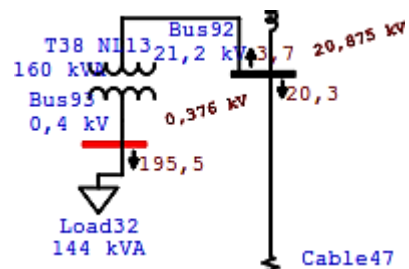
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,905 kV pada trafo T35 NL68

TITIK D



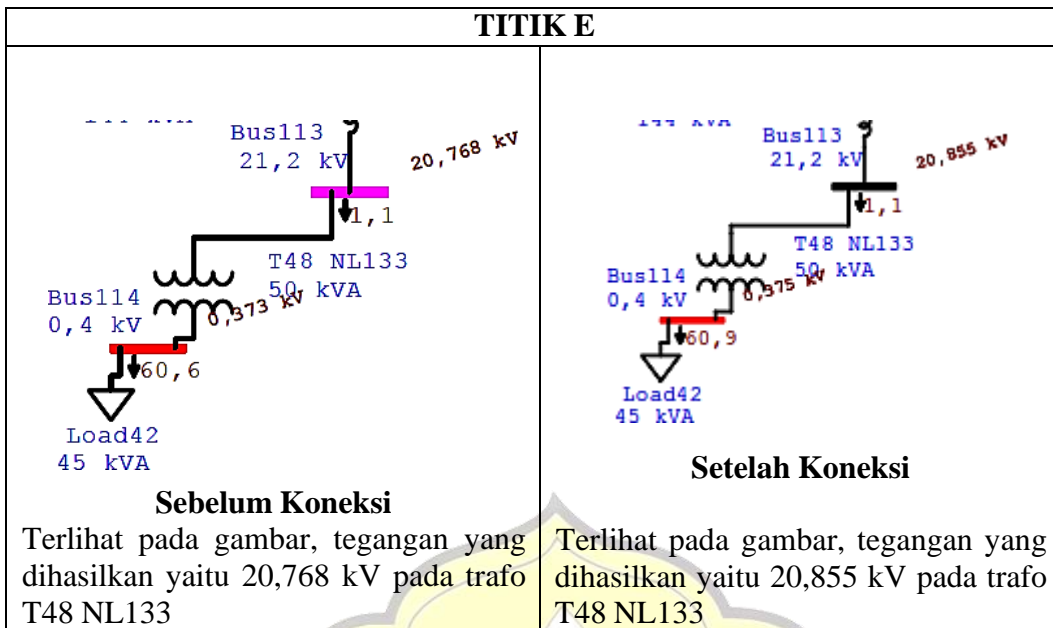
Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,788 kV pada trafo T38 NL13



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,875 kV pada trafo T38 NL13

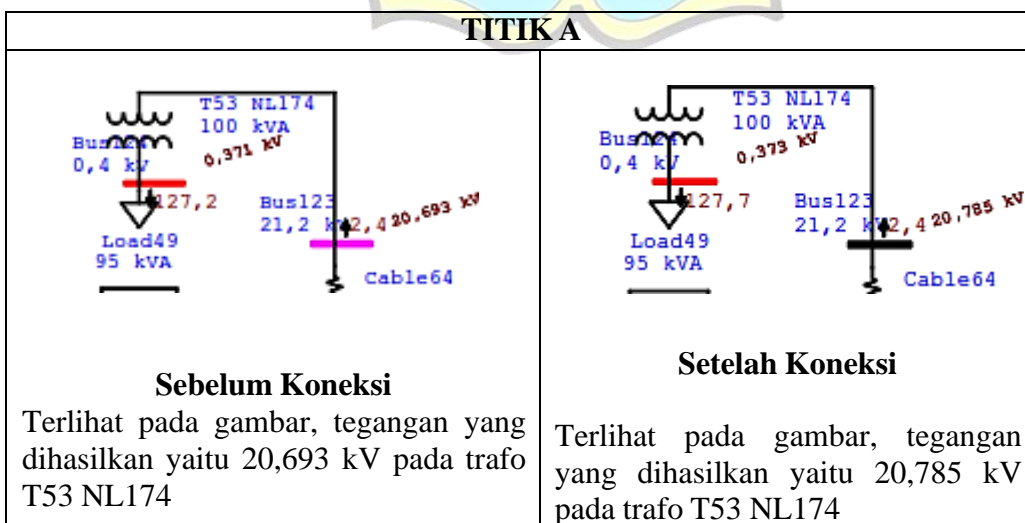


Gambar 4.4 Simulasi aliran daya sebelum dan setelah koneksi PLTBG pada beban 90%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

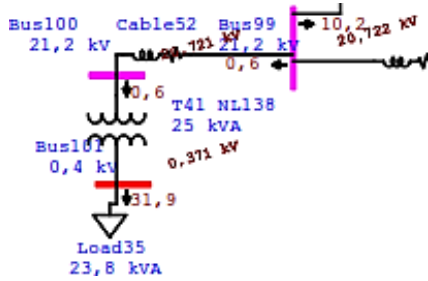
Tabel 4.5 Simulasi Tegangan dengan Kondisi Beban 95%

No	Link Simulasi	Kondisi Tegangan pada saat beban 95%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	20,693 kV	20,785 kV
2	Titik B (NL138)	20,721 kV	20,814 kV
3	Titik C (NL68)	20,788 kV	20,881 kV
4	Titik D (NL13)	20,757 kV	20,85 kV
5	Titik E (NL133)	20,736 kV	20,829 kV

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

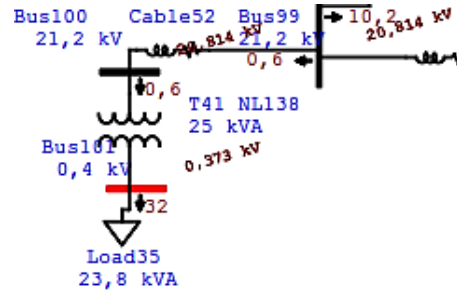


TITIK B



Sebelum Koneksi

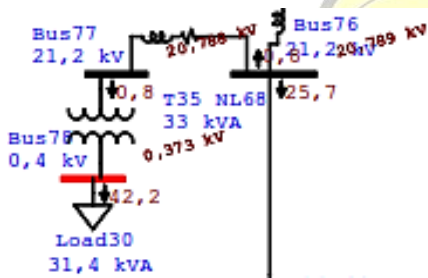
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,721 kV pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

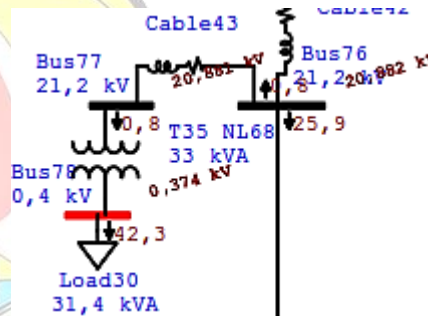
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,814 kV pada trafo T41 NL138

TITIK C



Sebelum Koneksi

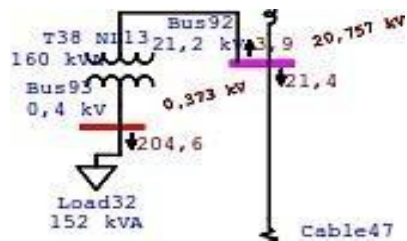
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,788 kV pada trafo T35 NL68



Setelah Koneksi

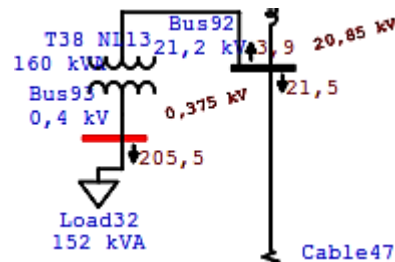
Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,881 kV pada trafo T35 NL68

TITIK D



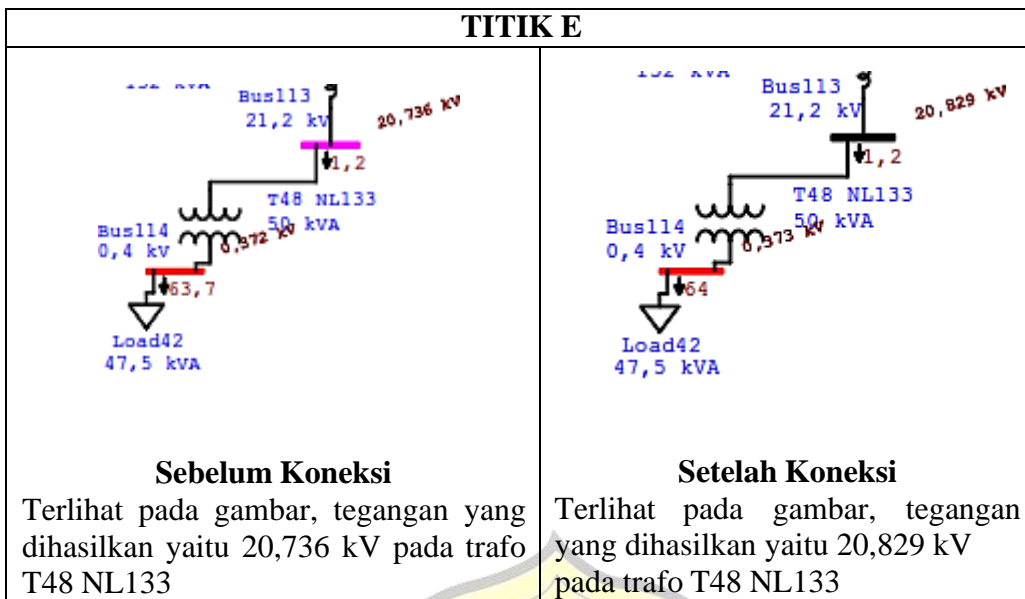
Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,757kV pada trafo T38 NL13



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, tegangan yang dihasilkan yaitu 20,85 kV pada trafo T38 NL13



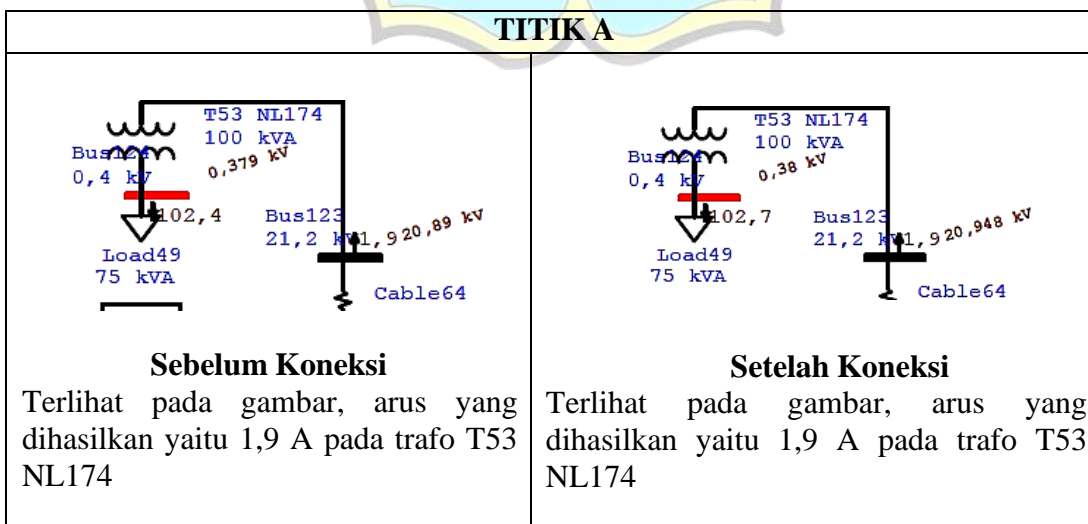
Gambar 4.5 Simulasi aliran daya sebelum dan setelah koneksi PLTBG pada beban 95%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.2.2 Simulasi Arus

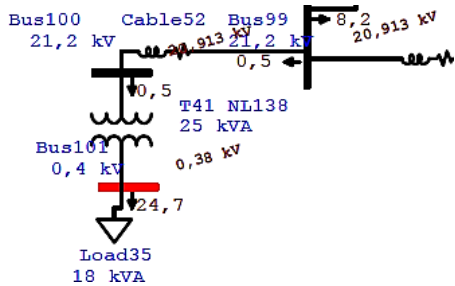
Tabel 4.6 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 75%

No	Link Simulasi	Kondisi Arus pada saat beban 75%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	NL174	1,9 A	1,9 A
2	NL138	0,5 A	0,5 A
3	NL68	0,6 A	0,6 A
4	NL13	1 A	1 A
5	NL133	1 A	1 A

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

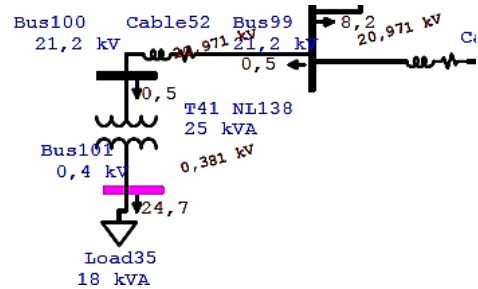


TITIK B



Sebelum koneksi

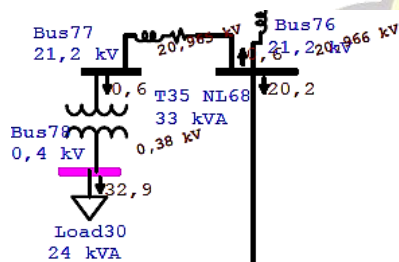
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,5 A pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

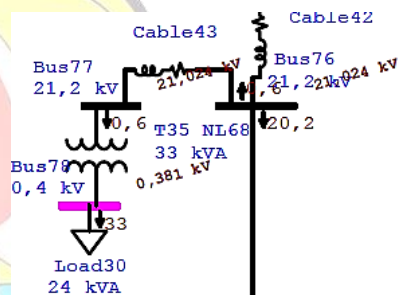
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,5 A pada trafo T41 NL138

TITIK C



Sebelum koneksi

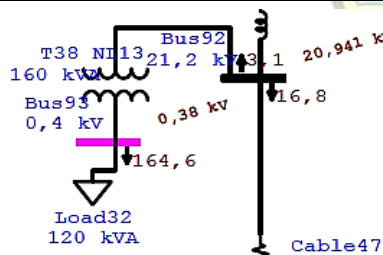
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,6 A pada trafo T35 NL68



Setelah Koneksi

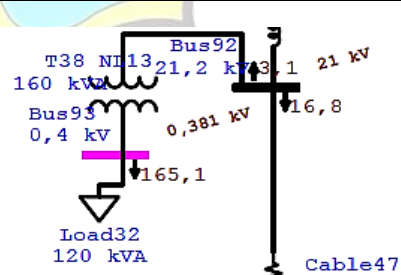
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,6 A pada trafo T35 NL68

TITIK D



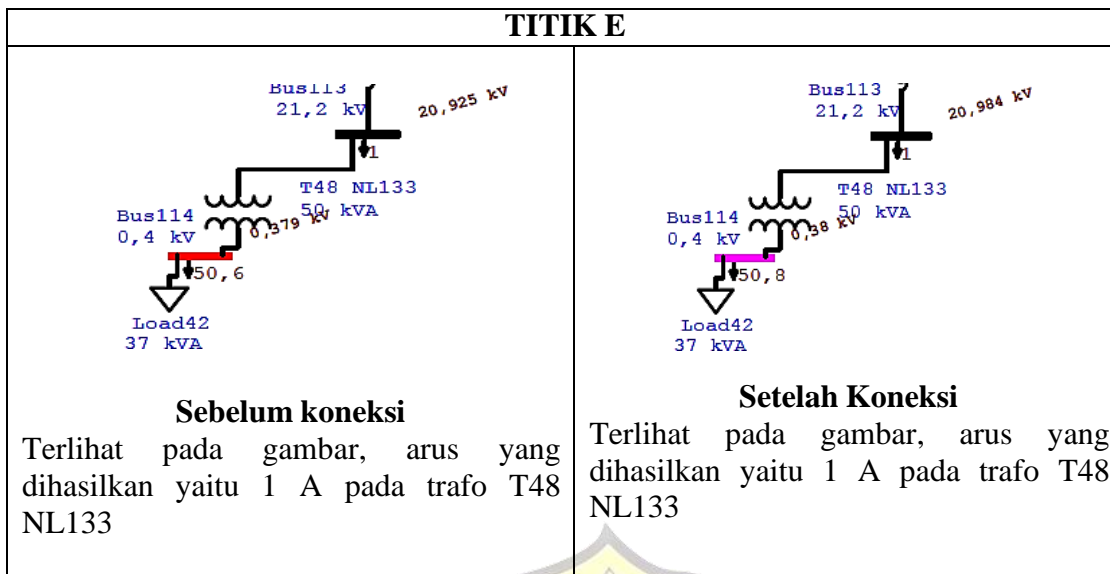
Sebelum koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 1 A pada trafo T38 NL13



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 1 A pada trafo T38 NL13

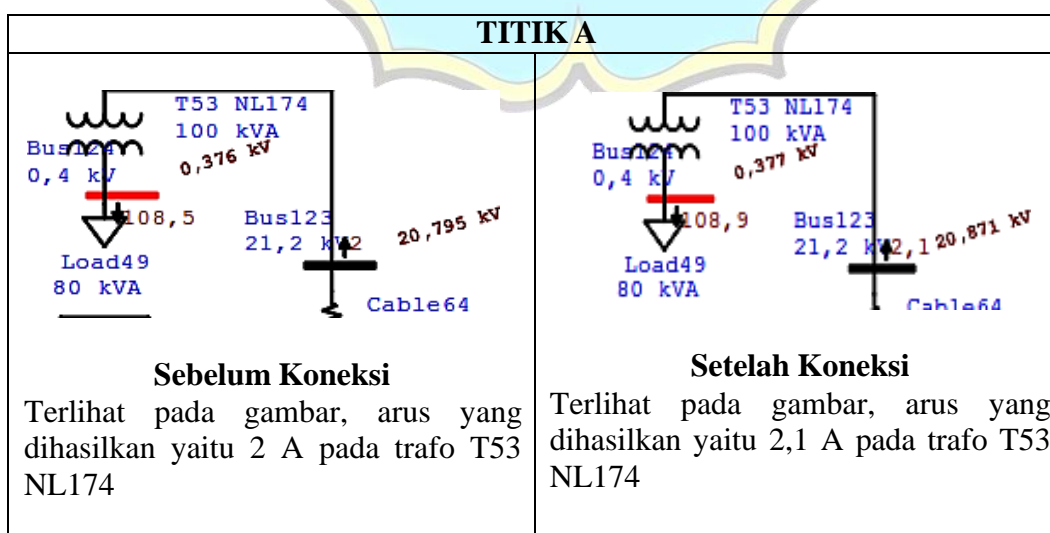


Gambar 4.6 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 75%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

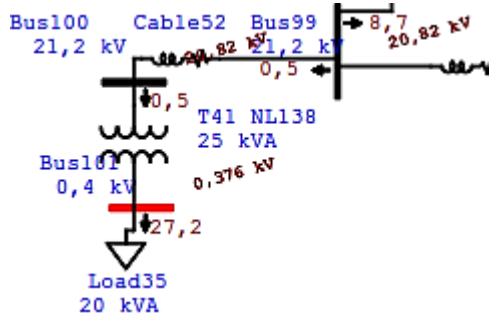
Tabel 4.7 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 80%

No	Link Simulasi	Kondisi Arus pada saat beban 80%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	2 A	2,1 A
2	Titik B (NL138)	0,5 A	0,5 A
3	Titik C (NL68)	0,7 A	0,7 A
4	Titik D (NL13)	3,3 A	3,3 A
5	Titik E (NL133)	1 A	1 A

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

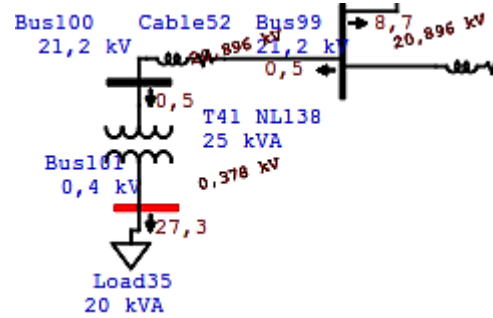


TITIK B



Sebelum Koneksi

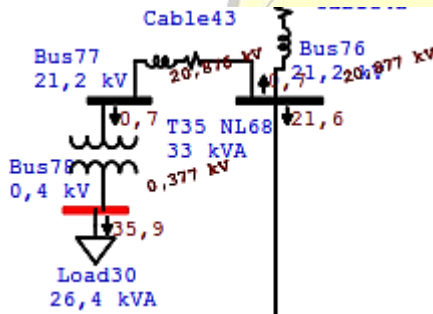
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,5 A pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

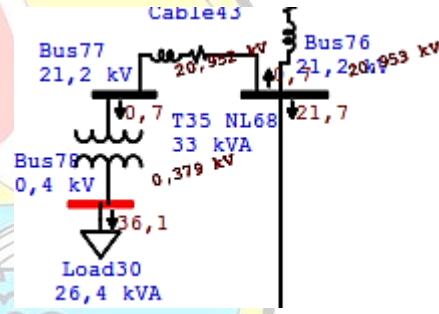
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,5 A pada trafo T41 NL138

TITIK C



Sebelum Koneksi

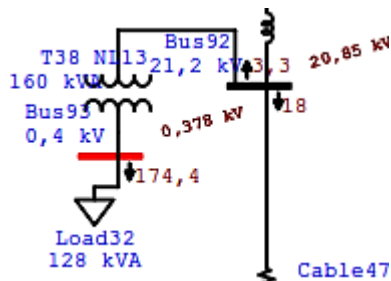
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,7 A pada trafo T35 NL68



Setelah Koneksi

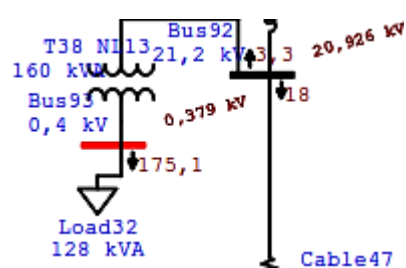
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,7 A pada trafo T35 NL68

TITIK D



Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang

dihasilkan yaitu 3,3 A pada trafo T38 NL13	dihasilkan yaitu 3,3 A pada trafo T38 NL13
--	--

TITIK E

<p align="center">Sebelum Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 1 A pada trafo T48 NL133</p>	<p align="center">Setelah Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 1 A pada trafo T48 NL133</p>
---	---

Gambar 4.7 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 80%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.8 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 85%

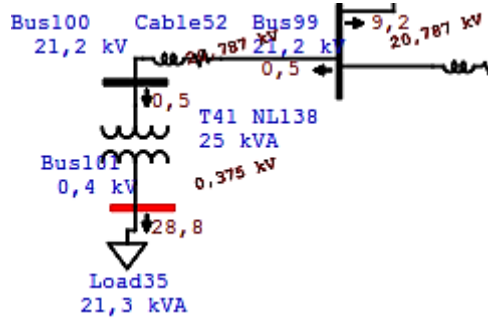
No	Link Simulasi	Kondisi Arus pada saat beban 85%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	2,2 A	2,2 A
2	Titik B (NL138)	0,5 A	0,5 A
3	Titik C (NL68)	0,7 A	0,7 A
4	Titik D (NL13)	3,5 A	3,5 A
5	Titik E (NL133)	1,1 A	1,1 A

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

TITIK A

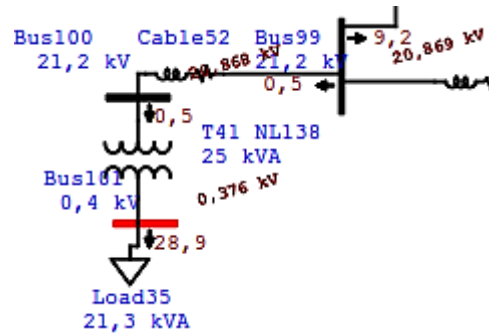
<p align="center">Sebelum Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 2,2 A pada trafo T53 NL174</p>	<p align="center">Setelah Koneksi</p> <p>Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 2,2 A pada trafo T53 NL174</p>
---	---

TITIK B



Sebelum Koneksi

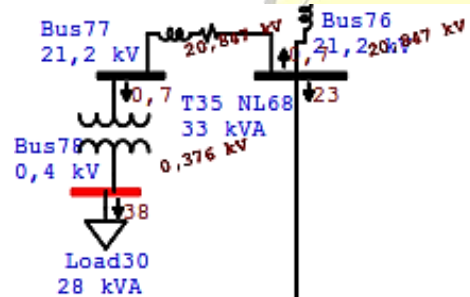
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,5 A pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

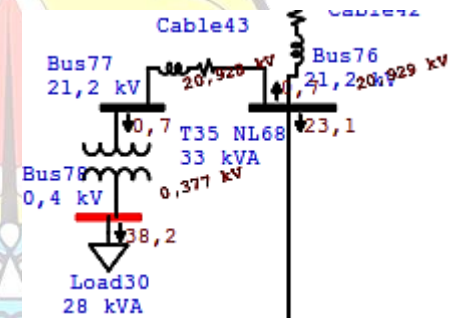
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,5 A pada trafo T41 NL138

TITIK C



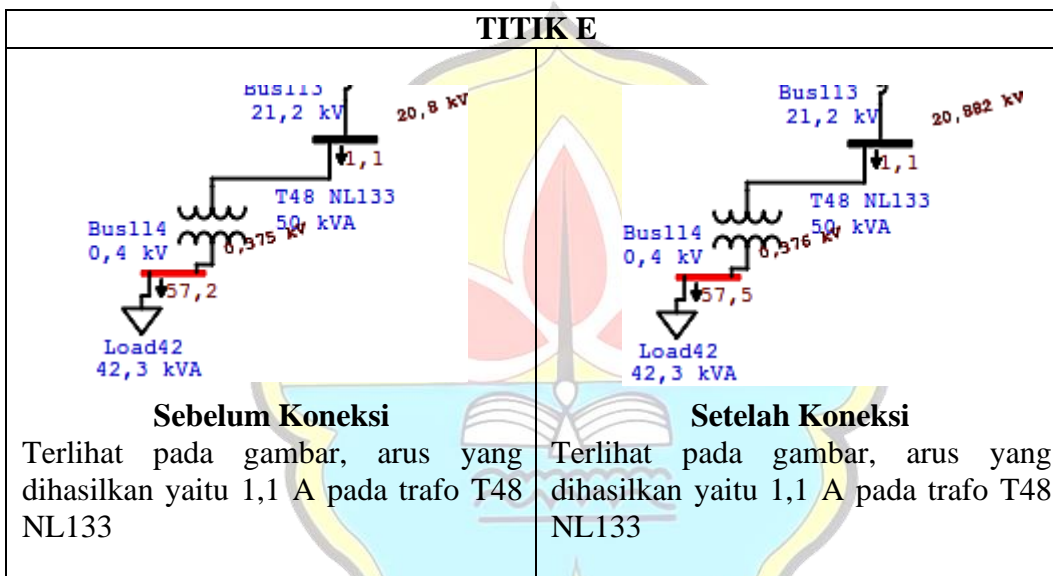
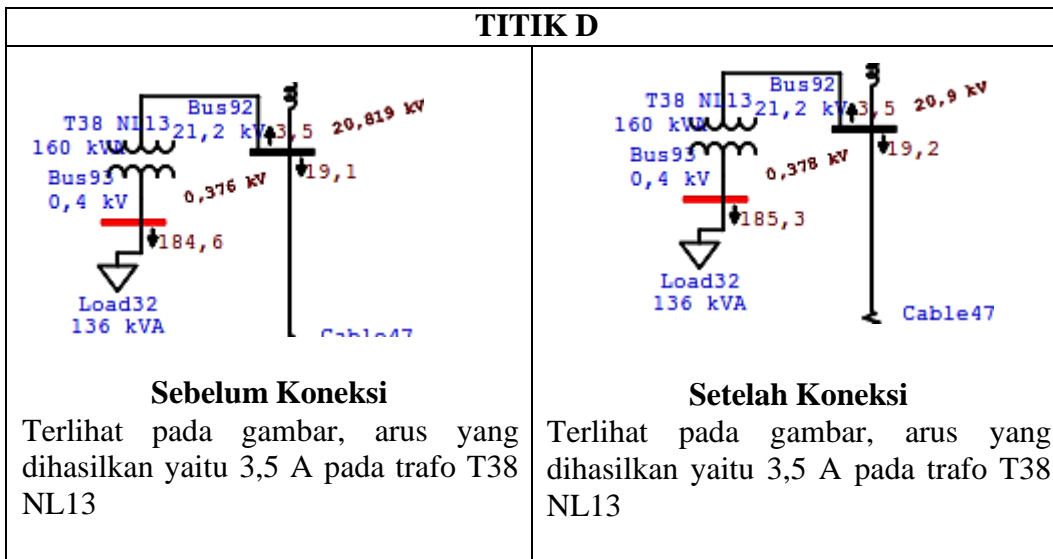
Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,7 A pada trafo T35 NL68.



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,7 A pada trafo T35 NL68



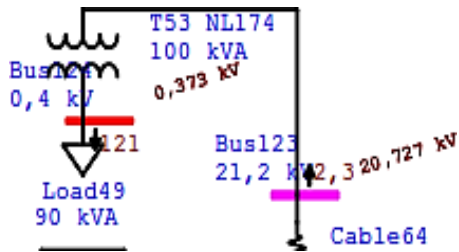
Gambar 4.8 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 85%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.9 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 90%

No	Link Simulasi	Kondisi Arus pada saat beban 90%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	2,3 A	2,3 A
2	Titik B (NL138)	0,6 A	0,6 A
3	Titik C (NL68)	0,8 A	0,8 A
4	Titik D (NL13)	3,7 A	3,7 A
5	Titik E (NL133)	1,1 A	1,1 A

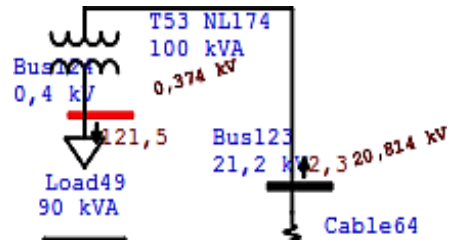
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

TITIK A



Sebelum Koneksi

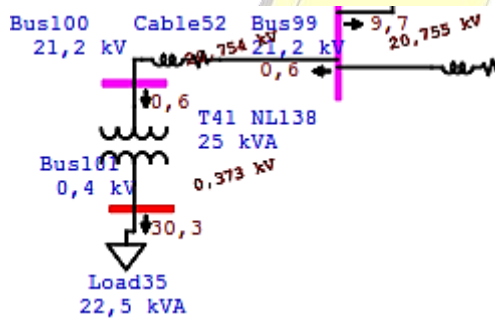
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 2,3 A pada trafo T53 NL174



Setelah Koneksi

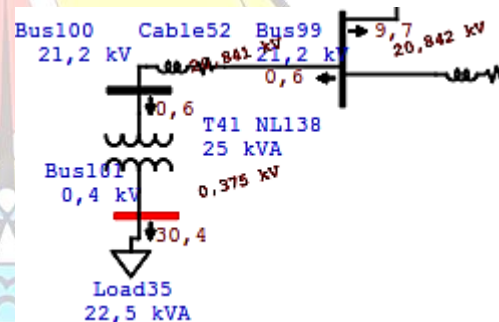
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 2,3 A pada trafo T53 NL174

TITIK B



Sebelum Koneksi

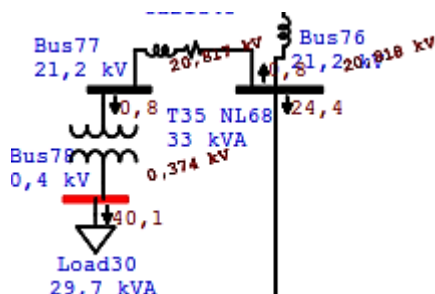
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,6 A pada trafo T41 NL138



Setelah Koneksi

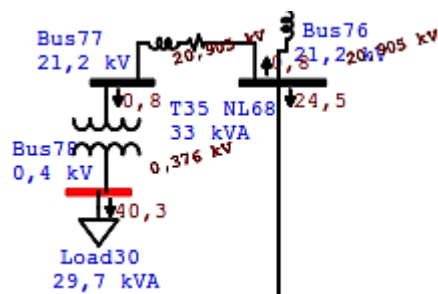
Terlihat pada gambar, arus yang dihasilkan yaitu 0,6 A pada trafo T41 NL138

TITIK C



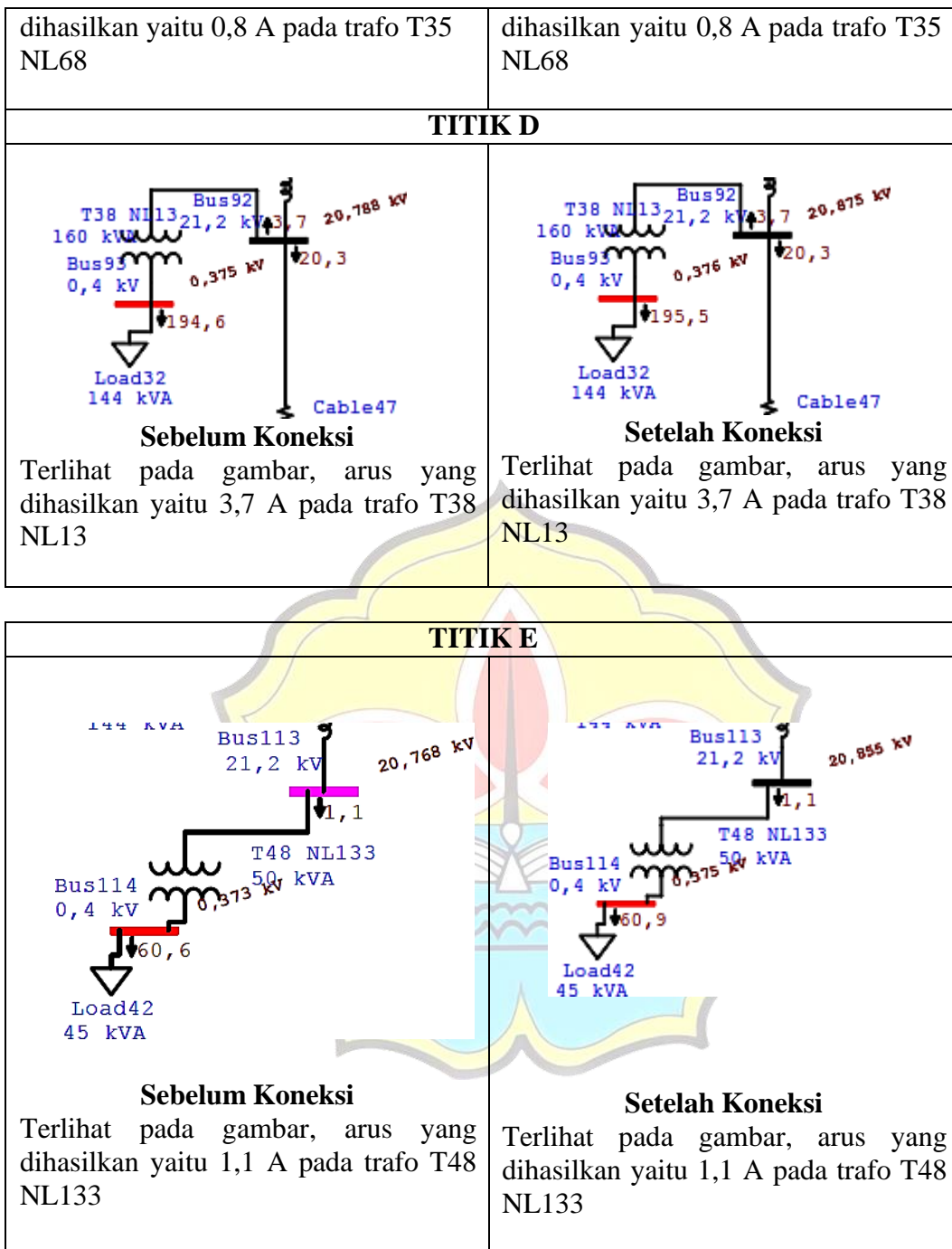
Sebelum Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang



Setelah Koneksi

Terlihat pada gambar, arus yang

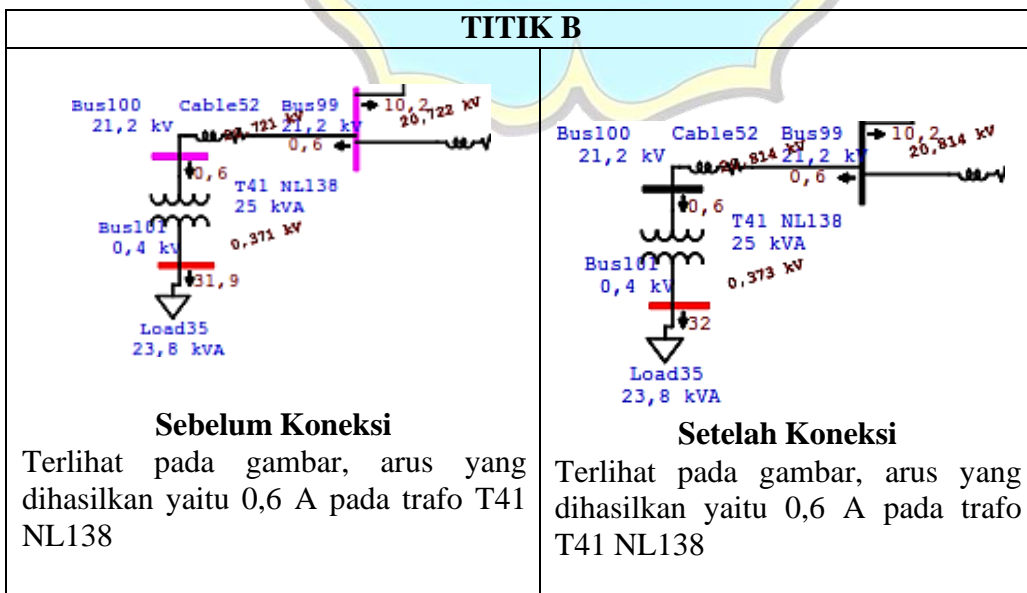
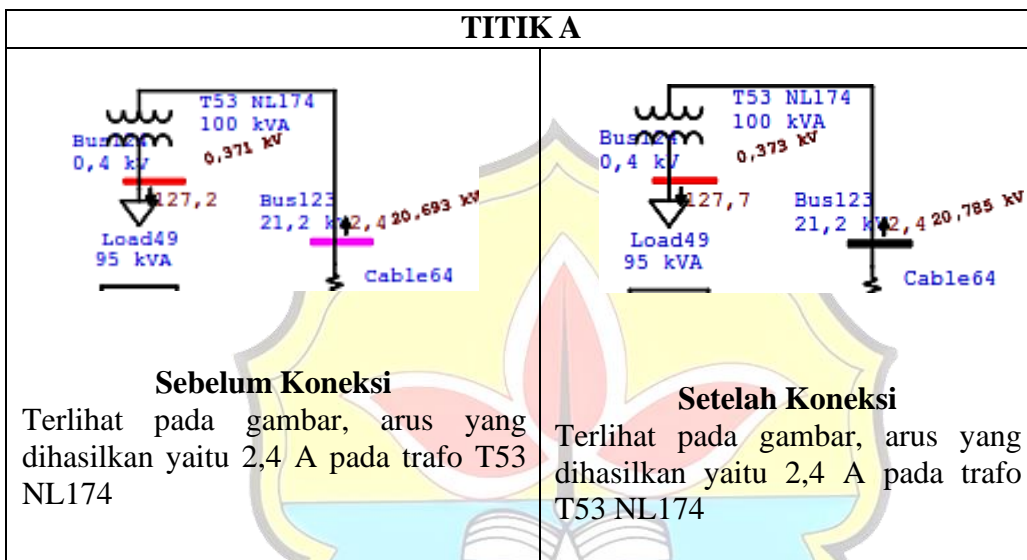


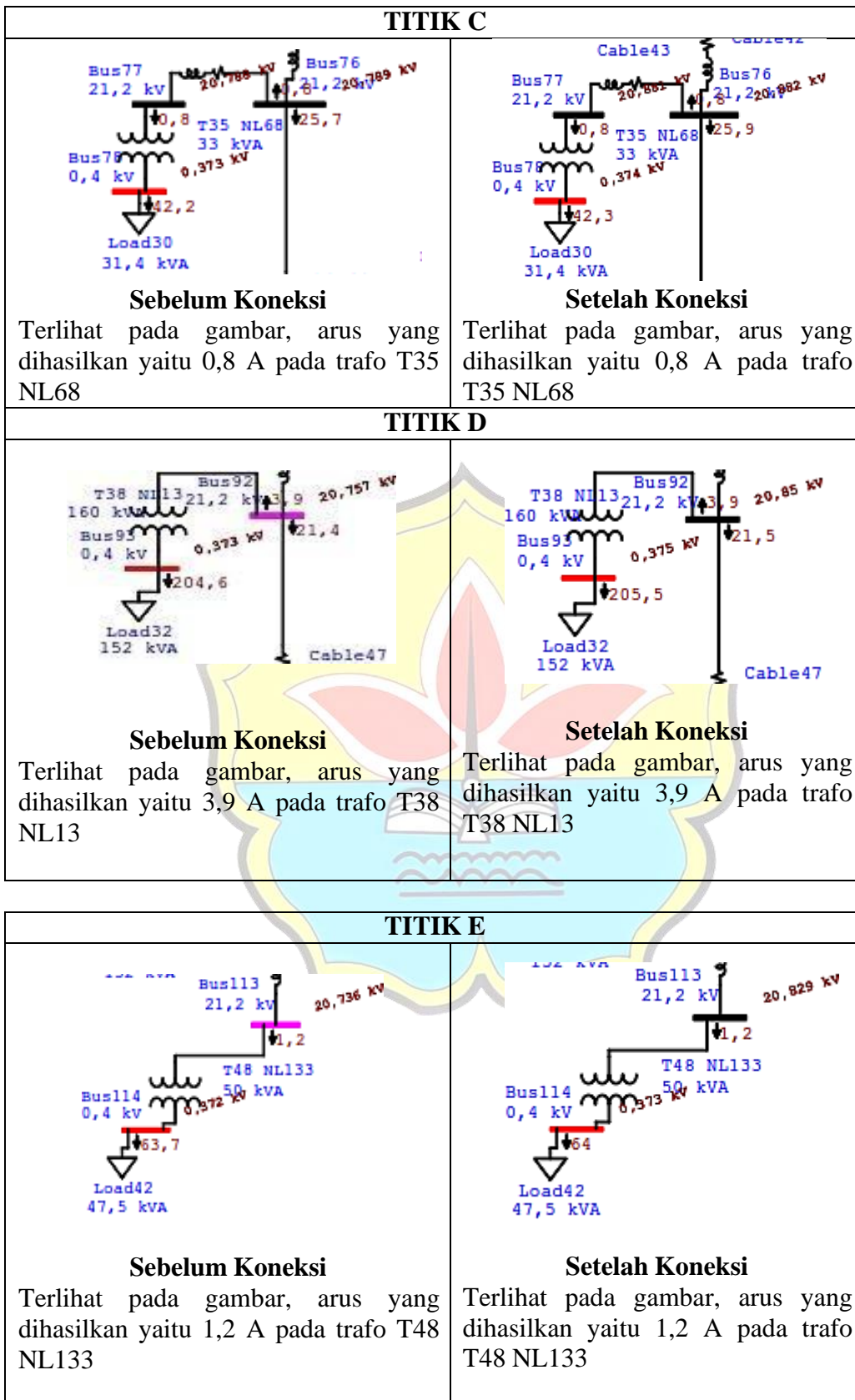
Gambar 4.9 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 90%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.10 Simulasi Arus dengan Kondisi Beban 95%

No	Link Simulasi	Kondisi Arus pada saat beban 95%	
		Sebelum Koneksi	Sesudah koneksi
1	Titik A (NL174)	2,4 A	2,4 A
2	Titik B (NL138)	0,6 A	0,6 A
3	Titik C (NL68)	0,8 A	0,8 A
4	Titik D (NL13)	3,9 A	3,9 A
5	Titik E (NL133)	1,2 A	1,2 A

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)





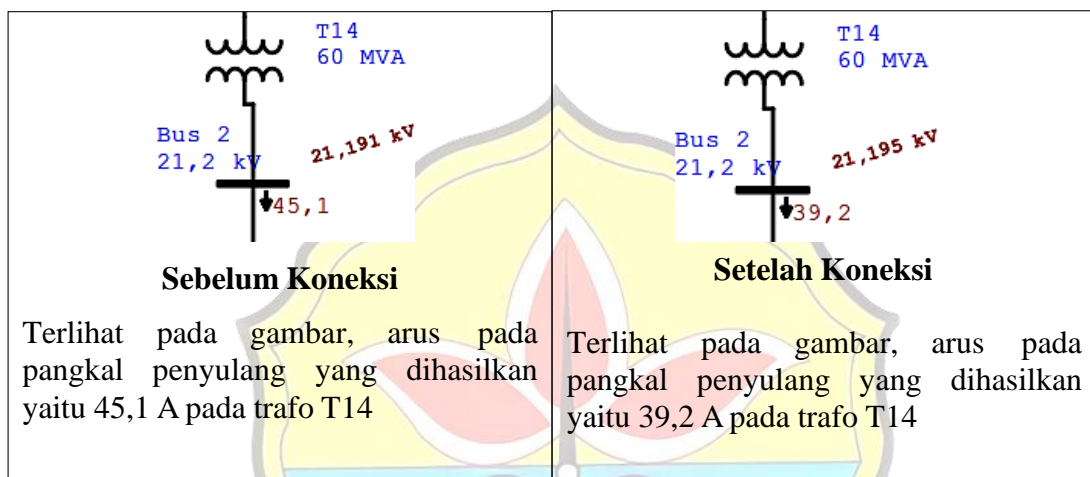
Gambar 4.10 Simulasi Arus dengan kondisi pada beban 95%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.2.2 Simulasi Arus Pada Pangkal Penyulang

Tabel 4.11 Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 75%

No	Lokasi	Sebelum Operasi Arus (Ampere)	Setelah Operasi Arus (Ampere)
1	Pangkal Penyulang	45,1 A	39,2 A

(Sumber : Dokumentasi pribadi)



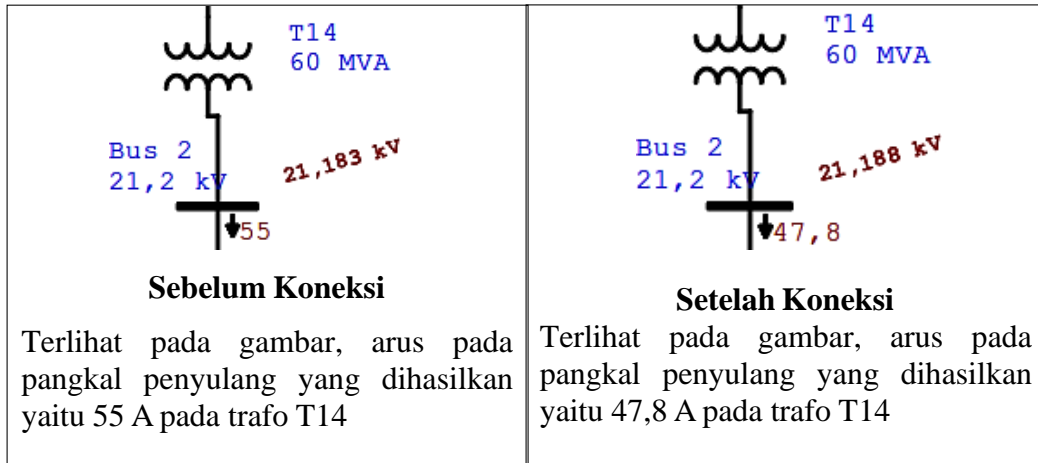
Gambar 4.11 Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 75%

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.12 Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 80%

No	Lokasi	Sebelum Operasi Arus (Ampere)	Setelah Operasi Arus (Ampere)
1	Pangkal Penyulang	55 A	47,8 A

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

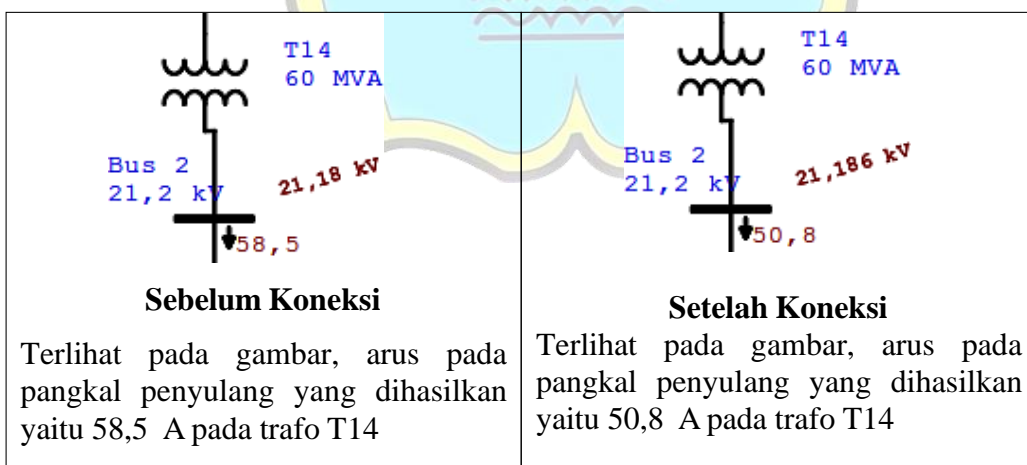


Gambar 4.12 Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 80%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.13 Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 85%

No	Lokasi	Sebelum Operasi Arus (Ampere)	Setelah Operasi Arus (Ampere)
1	Pangkal Penyulang	58,5 A	50,8 A

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

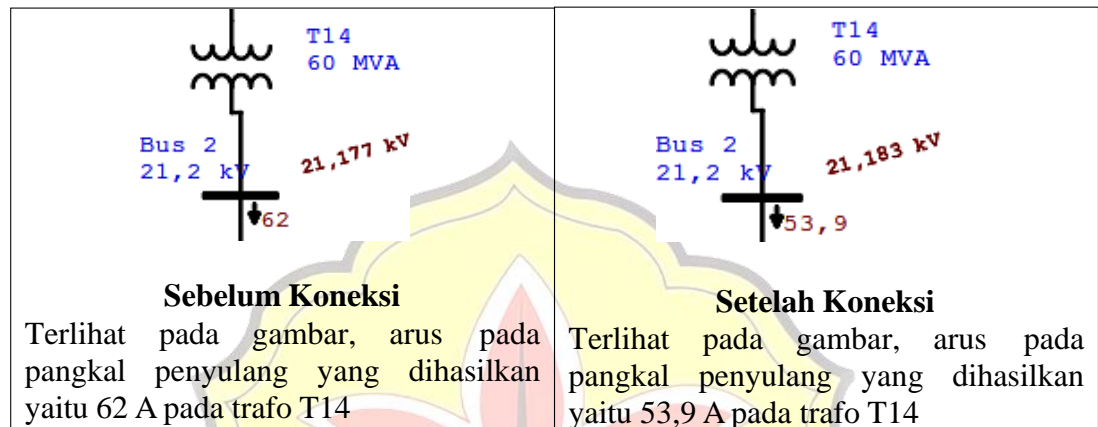


Gambar 4.13 Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 85%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.14 Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 90%

No	Lokasi	Sebelum Operasi Arus (Ampere)	Setelah Operasi Arus (Ampere)
1	Pangkal Penyulang	62 A	53,9 A

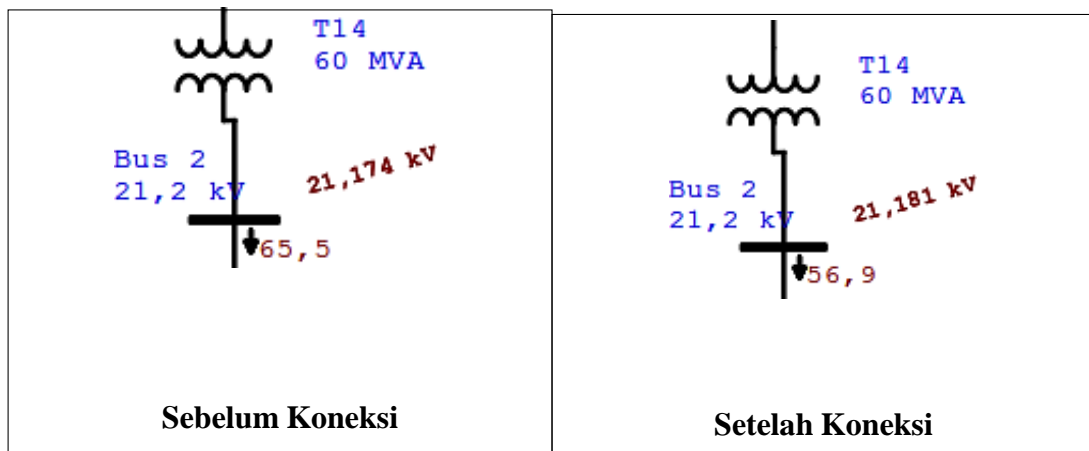
(Sumber : Dokumentasi pribadi)



Gambar 4.14 Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 90%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4.15 Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada saat beban 95%

No	Lokasi	Sebelum Operasi Arus (Ampere)	Setelah Operasi Arus (Ampere)
1	Pangkal Penyulang	65,5 A	56,9 A



Terlihat pada gambar, arus pada pangkal penyulang yang dihasilkan yaitu 65,5 A pada trafo T14	Terlihat pada gambar, arus pada pangkal penyulang yang dihasilkan yaitu 56,9 A pada trafo T14
---	---

Gambar 4.15 Arus pangkal sebelum dan sesudah operasi PLTBG pada beban 95%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.3 Perbandingan Simulasi Aliran Daya (Load Flow)

Hasil analisis interkoneksi pada PLTBG 1 MW menunjukkan bahwa terjadi perbaikan tegangan di ujung sebelum dan sesudah PLTBG 1 MW beroperasi. Berdasarkan hasil simulasi terdapat 5 parameter percobaan yaitu 75%, 80%, 85%, 90% dan 95%. Pada penelitian ini dilakukan simulasi berupa tegangan, arus dan arus pada pangkal penyulang. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan yang lebih besar terjadi saat kondisi beban 75% sedangkan tegangan yang lebih kecil terjadi saat kondisi beban 95%, dan arus pada pangkal penyulang mengalami penurunan arus saat setelah dikoneksikan dengan PLTBG 1 MW. Hasil simulasi disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.16 Perbandingan Arus Pada Pangkal Penyulang sebelum dan sesudah operasi PLTBG

No	Persentase	Arus Sebelum PLTBG Beroperasi (Ampere)	Arus Setelah PLTBG Beroperasi (Ampere)
1	75%	45,1 A	39,2 A
2	80%	55 A	47,8 A
3	85%	58,5 A	50,8 A
4	90%	62 A	53,9 A
5	95%	65,5 A	56,9 A

(Sumberr : Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan tujuan penelitian, maka didapatkanlah hasil simulasi aliran daya pada tabel diatas. Seperti yang terlihat pada tabel bahwa arus terbesar yaitu pada saat kondisi beban 95% sedangkan arus yang terkecil yaitu pada saat kondisi beban 75%. Maka semakin besar beban semakin besar pula aliran daya yang dihasilkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa simulasi aliran daya yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Simulasi aliran daya dilakukan dengan 5 parameter yaitu :

No	Persentase	Arus Sebelum PLTBG Beroperasi (Ampere)	Arus Setelah PLTBG Beroperasi (Ampere)
1	75%	45,1 A	39,2 A
2	80%	55 A	47,8 A
3	85%	58,5 A	50,8 A
4	90%	62 A	53,9 A
5	95%	65,5 A	56,9 A

Berdasarkan tujuan penelitian, maka didapatkanlah hasil simulasi aliran daya pada tabel diatas. Seperti yang terlihat pada tabel bahwa arus terbesar yaitu pada saat kondisi beban 95% sedangkan arus yang terkecil yaitu pada saat kondisi beban 75%. Maka semakin besar beban semakin besar pula aliran daya yang dihasilkan.

2. Tegangan yang dihasilkan pada simulasi masih dalam kondisi normal karena berdasarkan peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor 04 tahun 2009 menetapkan bahwa tegangan sistem distribusi harus dijaga pada batas-batas kondisi normal yaitu maksimal +5% dan minimal -10% dari tegangan nominal. Sedangkan pada penelitian ini kondisi tegangan yang dihasilkan masih normal dan setelah dikoneksikan dengan PLTBG hanya mengalami kenaikan sekitar 0,3% dari tegangan nominal.
3. Hasil analisis interkoneksi pada PLTBG 1 MW menunjukkan bahwa tegangan di ujung sebelum dan sesudah koneksi mengalami kenaikan, dan kondisi tegangan yang lebih besar yaitu pada saat beban 75% dan kondisi tegangan yang lebih kecil yaitu pada kondisi beban 95%.
4. Pebandingan total arus sebelum dan sesudah pada kondisi 75% - 95% pada hasil simulasi yaitu tetap, tidak terdapat perubahan pada arus.

5. Perbandingan total arus pada pangkal penyulang RA.01 sebelum PLTBG 1 MW beroperasi yaitu mengalami penurunan yaitu pada beban 75% sebesar 45,1 A menjadi 39,2 A. arus yang lebih besar yaitu pada kondisi beban 95% sebesar 65,5A menjadi 56,9A.
6. Maka dengan adanya PLTBG membantu pasokan di penyulang RA.01 Rantau Prapat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dari data-data yang diperoleh yang dapat membangun dalam penulisan tugas akhir ini, maka penulis mengemukakan beberapa saran untuk kemajuan pada penelitian ini. Adapun saran yang peneliti ajukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya agar memperdalam dan memahami kembali mengenai simulasi analisis aliran daya dan kondisi tegangan yang seharusnya dibutuhkan.
2. Untuk penelitian lebih lanjut lagi, seharusnya ditambahkan dengan analisa hubung singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Al-afifi, Umar Faruq. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik menggunakan ETAP 12.6." *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 6.1 (2021): 16-22.
- [2.] Cahayahati, Cahayahati. "Analisa Aliran Beban dalam Rangka Persiapan Interkoneksi Sistem PLTMH di Durian Tibarau Pasaman Barat." *DIELEKTRIKA* 10.1 (2023): 82-88.
- [3.] Hakim Luqman. "Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil." DEPUBLISH (2012).
- [4.] Handajadi, Wiwik. "Analisis Perbaikan Tegangan Pada Subsistem Dengan Pemasangan Kapasitor Bank Dengan ETAP Versi 7.0." *Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta* (2014).
- [5.] Hasibuan, Arnawan, et al. "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap." *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro* 3.1 (2020): 37-45.
- [6.] Indrawan, Kurnia. *Analisa Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pada PT. PLN (Persero) Unit Pembantu Sektor Medan Titi Kuning Menggunakan Software ETAP*. Diss. 2018.
- [7.] Mariya, J. P. "Perancangan Perancangan Interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp On-Grid Pada Jaringan Distribusi Cileungsi." *SUTET* 9.2 (2019): 112-124.
- [8.] Nigara, Adib Gustian, and Yohanes Primadiyono. "Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0." *Jurnal Teknik Elektro* 7.1 (2015): 7-10.
- [9.] PAMUNGKAS, ARYA, and SUBUH ISNUR HARYUDO. "Studi Analisis Kerugian Daya Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Modo

Area Bojonegoro Menggunakan Software Etap 12.6." *JURNAL TEKNIK ELEKTRO* 8.2 (2019).

- [10.] PLN, PT. "Pedoman penyambungan pembangkit listrik energi terbarukan ke sistem distribusi PLN." *PT. PLN (Persero): Jakarta* (2014).
- [11.] Priambodo, Pungki. "Analisis aliran daya tiga fasa tidak seimbang menggunakan metode k-matrik dan zbr pada sistem distribusi 20kv kota Surabaya." *Digilib. its, Surabaya* (2013).
- [12.] Ronita, Resti Syara, and Regina Tutik Padmaningrum. "Optimasi Kondisi Proses Elektrokoagulasi Logam Kromium Dalam Limbah Cair Elektroplating." *Jurnal Elemen Kimia* 6.4 (2017): 134-142.
- [13.] Senen, Adri, and Titi Ratnasari. "Studi Interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa 1 x 9, 9 MW di Deli Serdang." *Journal of Applied Agricultural Science and Technology* 3.1 (2019): 41-50.
- [14.] Sobikin, Maxi Alvin. "Analisis Drop Tegangan dan Manuver Jaringan pada Penyulang SGN11 dan Penyulang SGN14 Menggunakan Software ETAP 16.0. 0." *CYCLOTRON* 5.1 (2022).
- [15.] Weking, Antonius Ibi. "Pengembangan Analisis Aliran Daya Dengan Memperhitungkan Pengaruh Kualitas Energi Listrik." *Jurnal Teknologi Elektro* 8.1 (2009): 97-105.

L

A

M

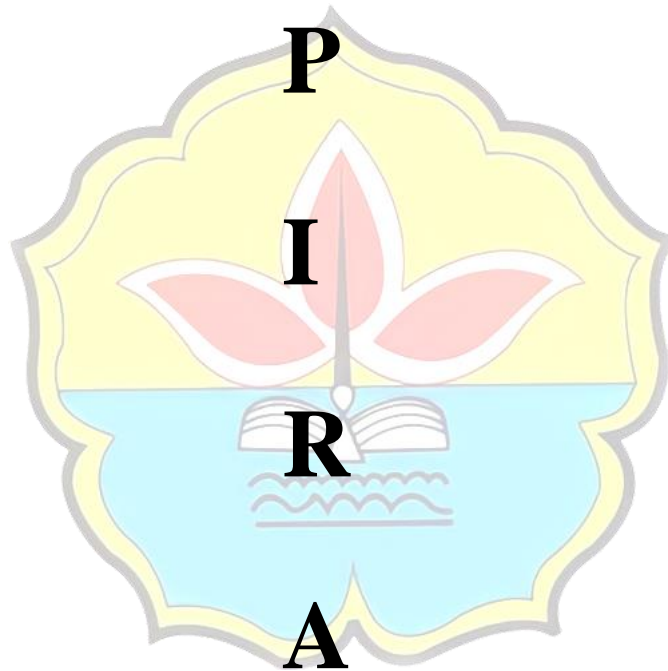
P

I

R

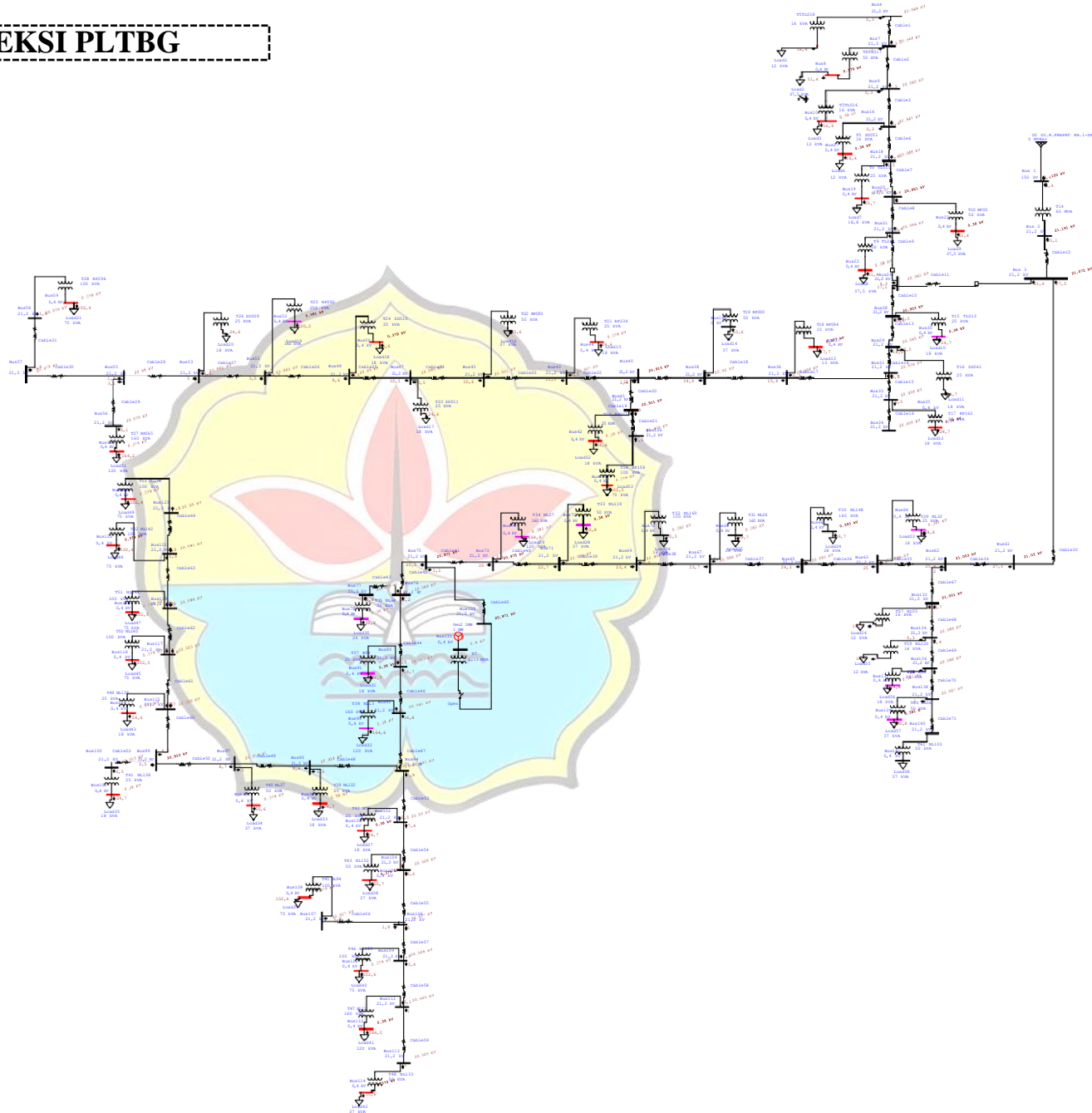
A

N



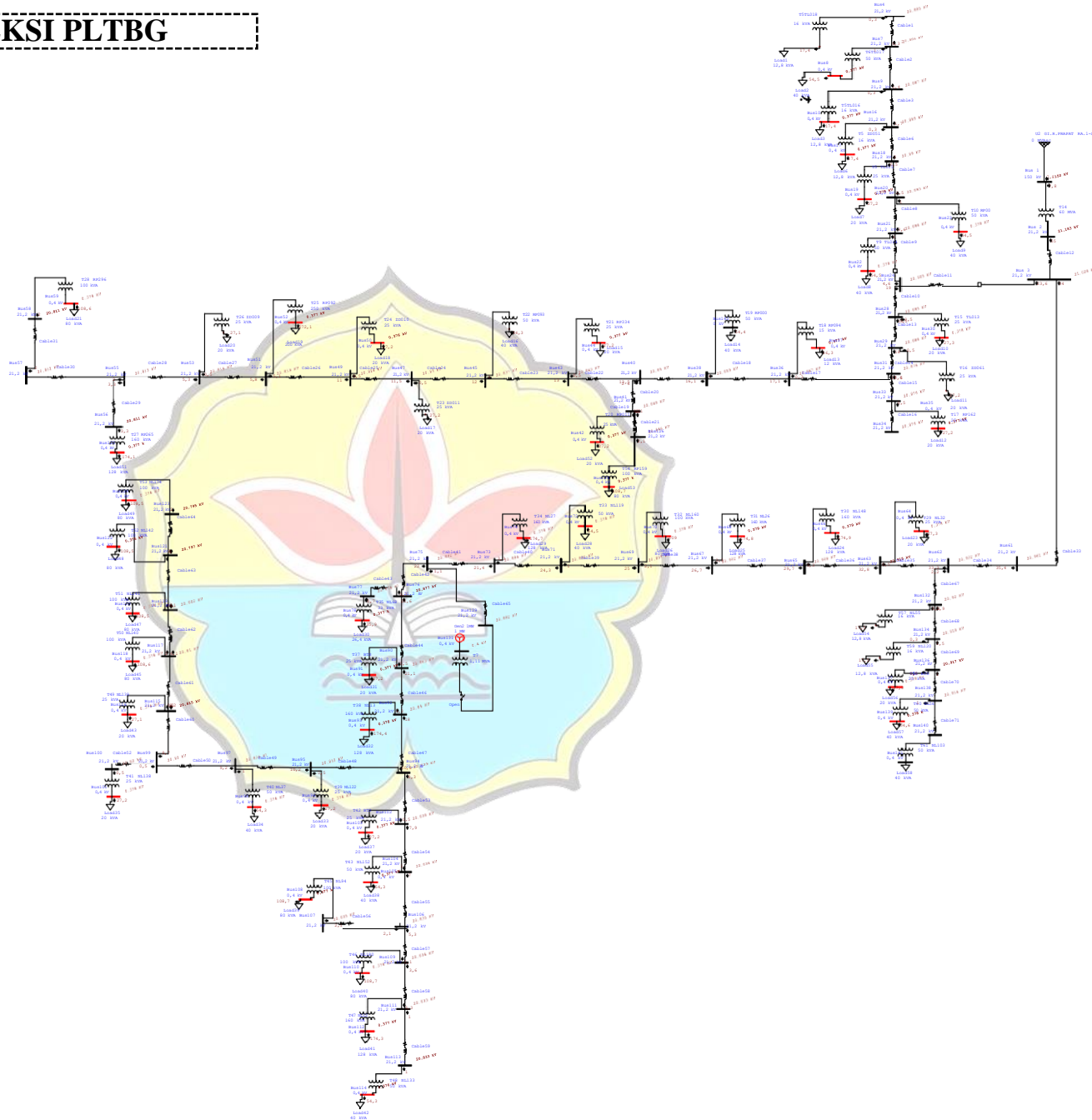
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SEBELUM KONEKSI PLTBG



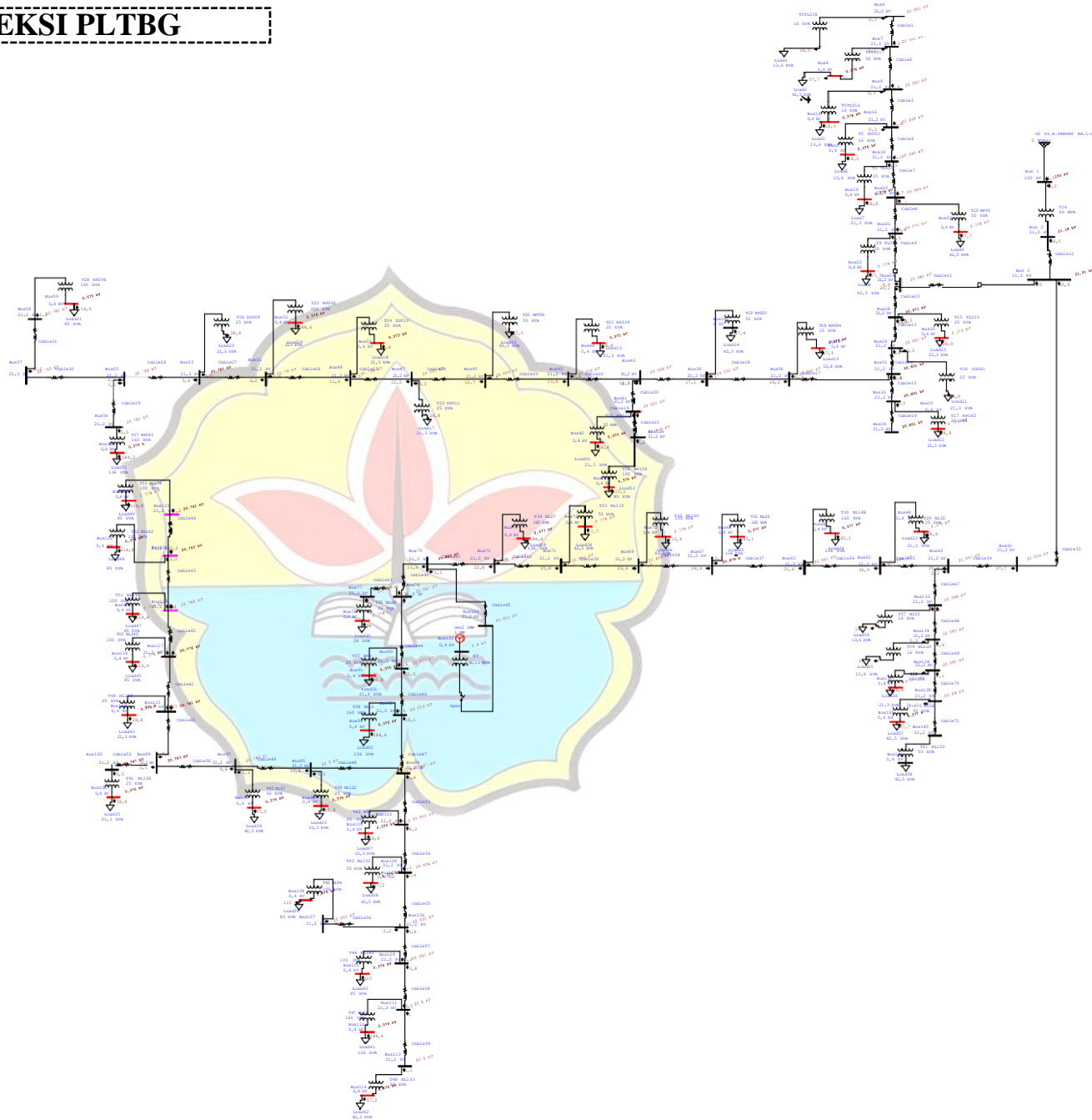
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SEBELUM KONEKSI PLTBG



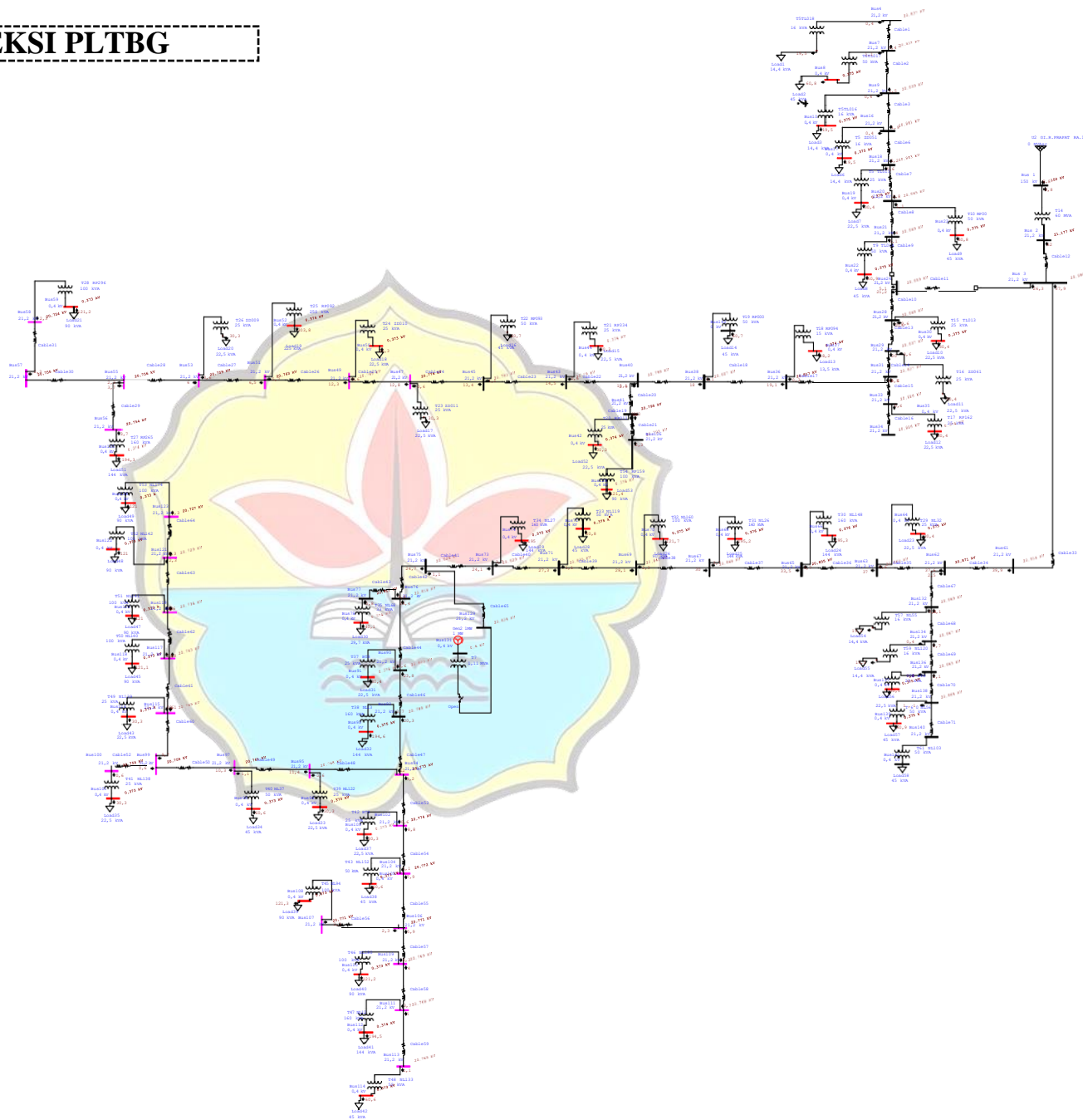
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SEBELUM KONEKSI PLTBG



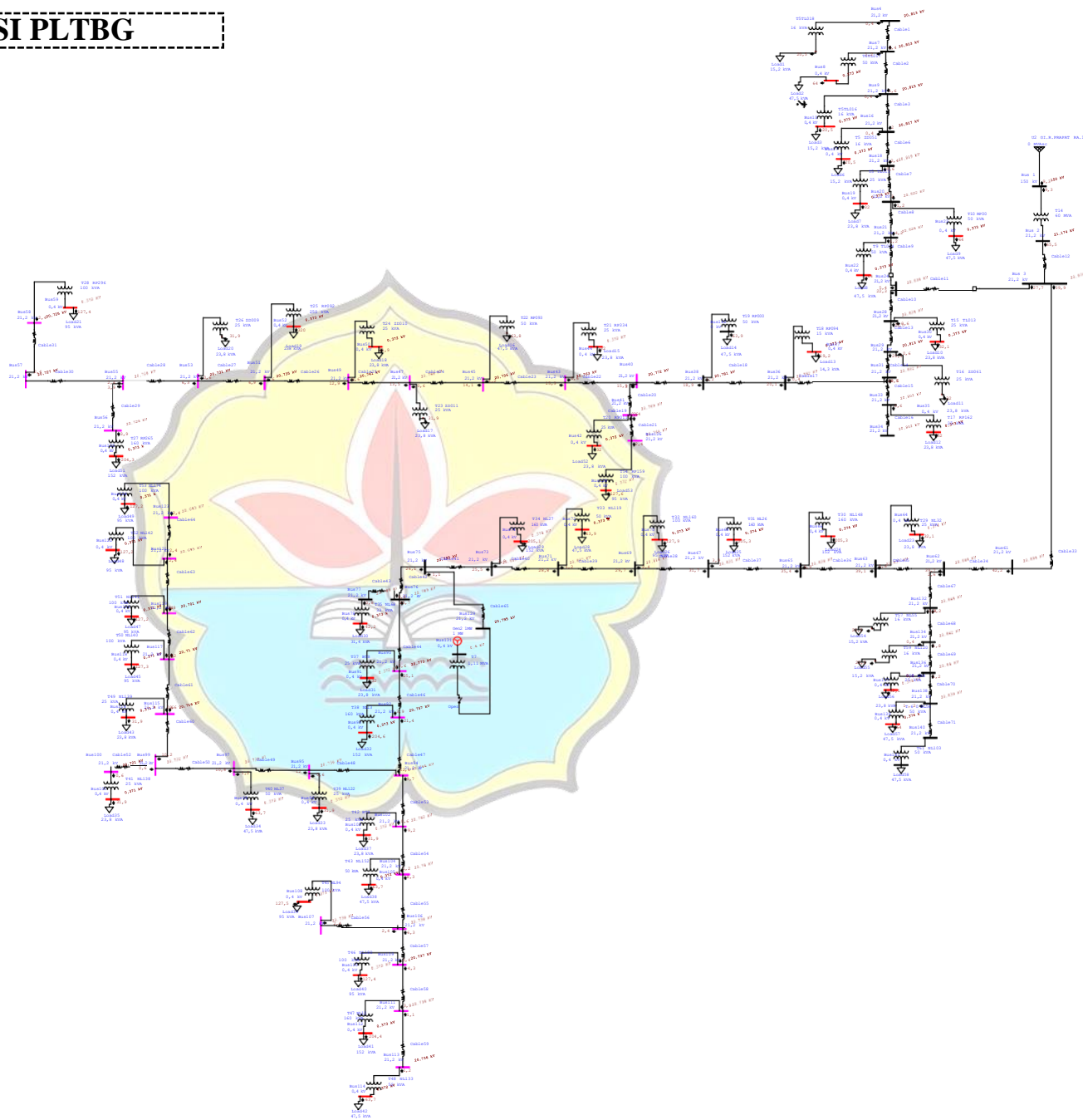
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SEBELUM KONEKSI PLTBG



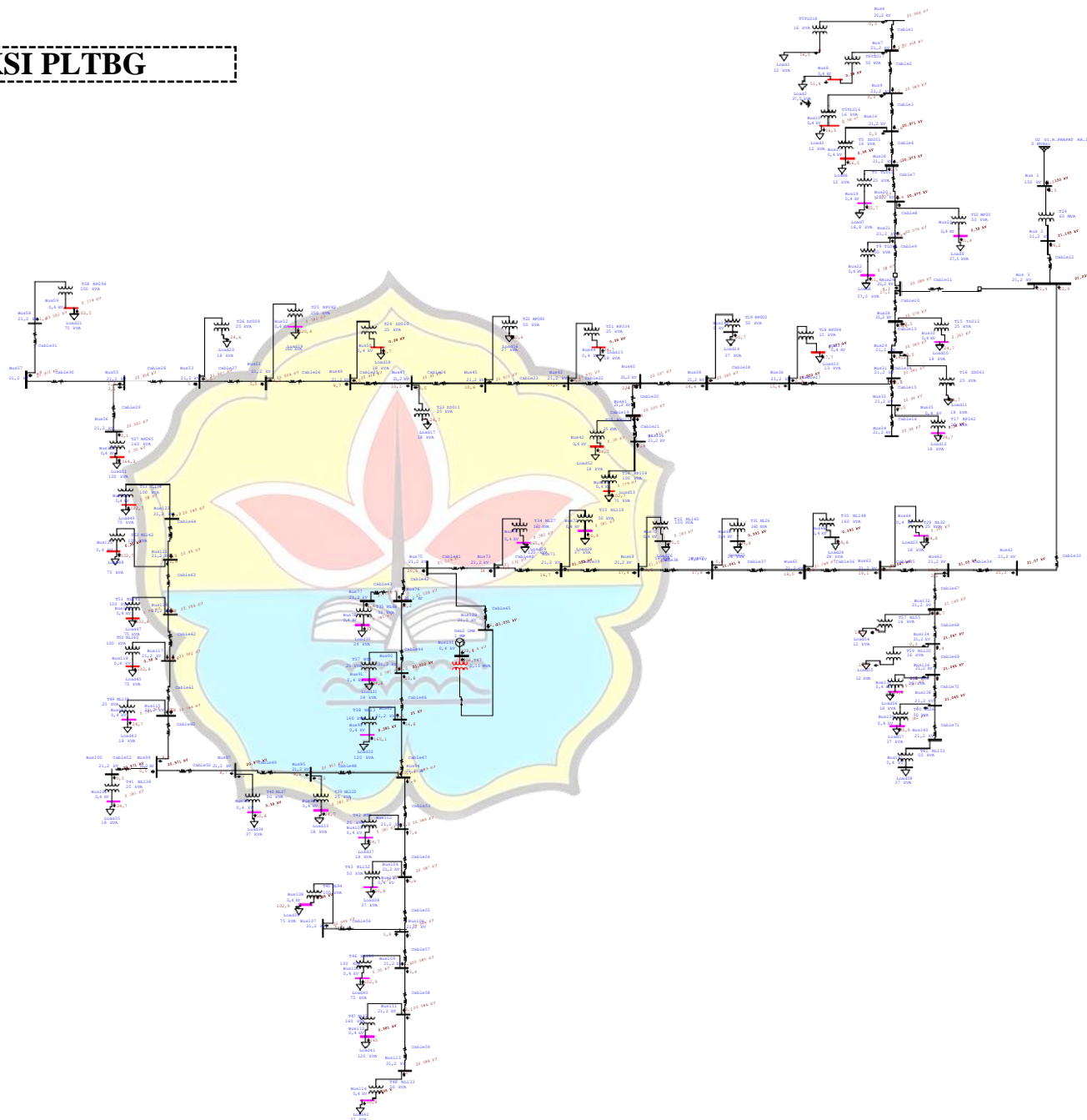
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SEBELUM KONEKSI PLTBG



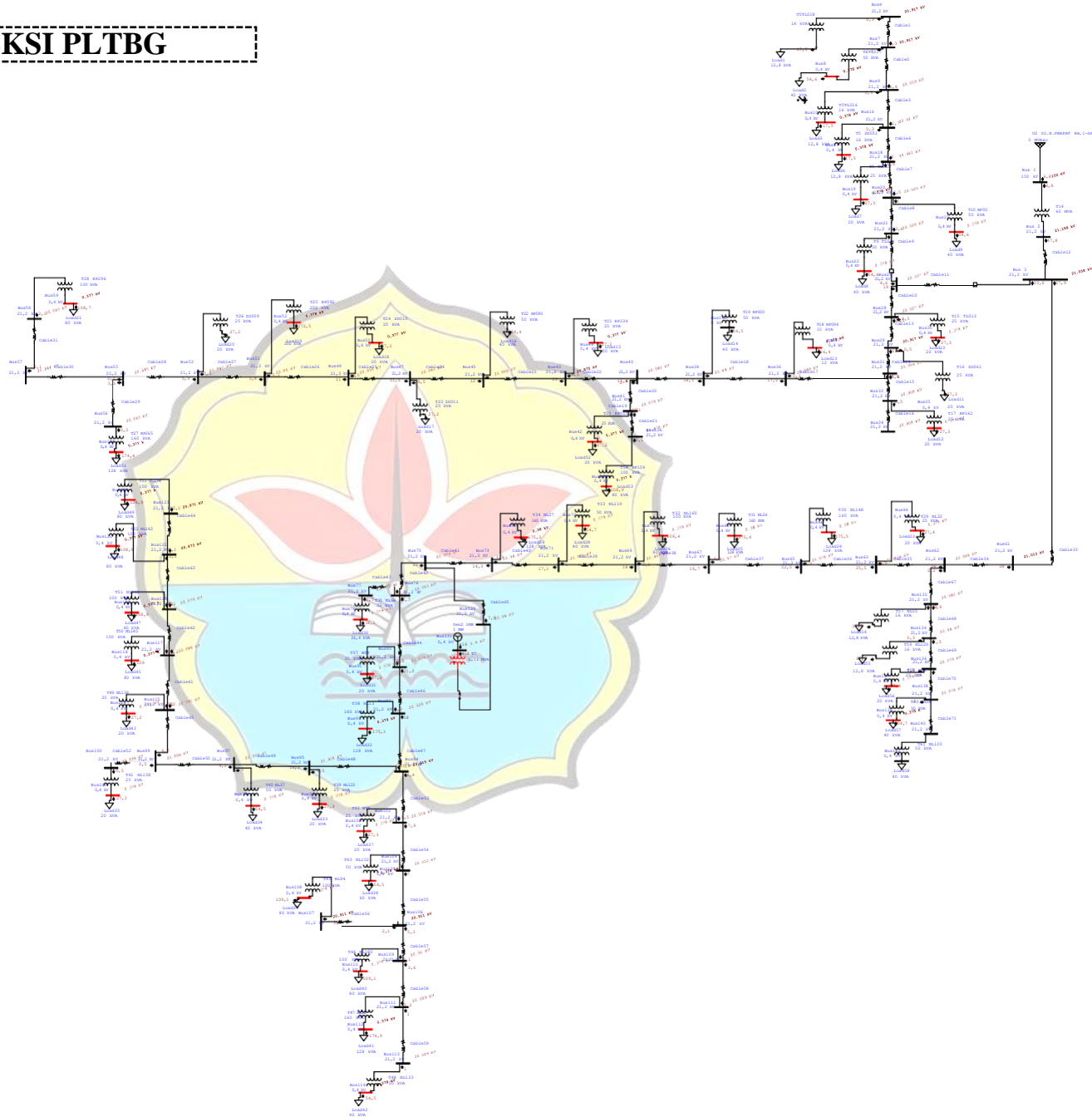
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SETELAH KONEKSI PLTBG



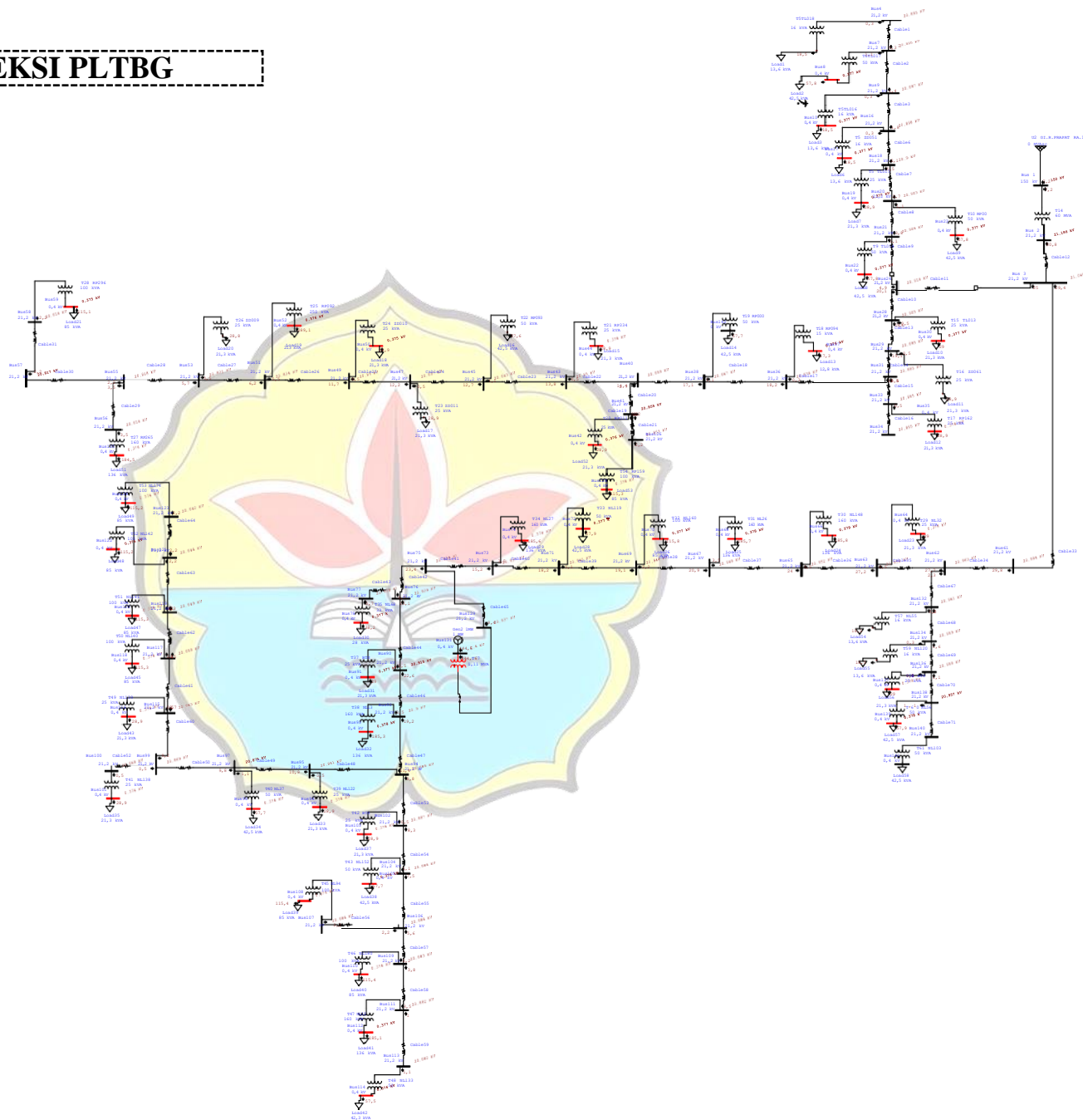
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SETELAH KONEKSI PLTBG



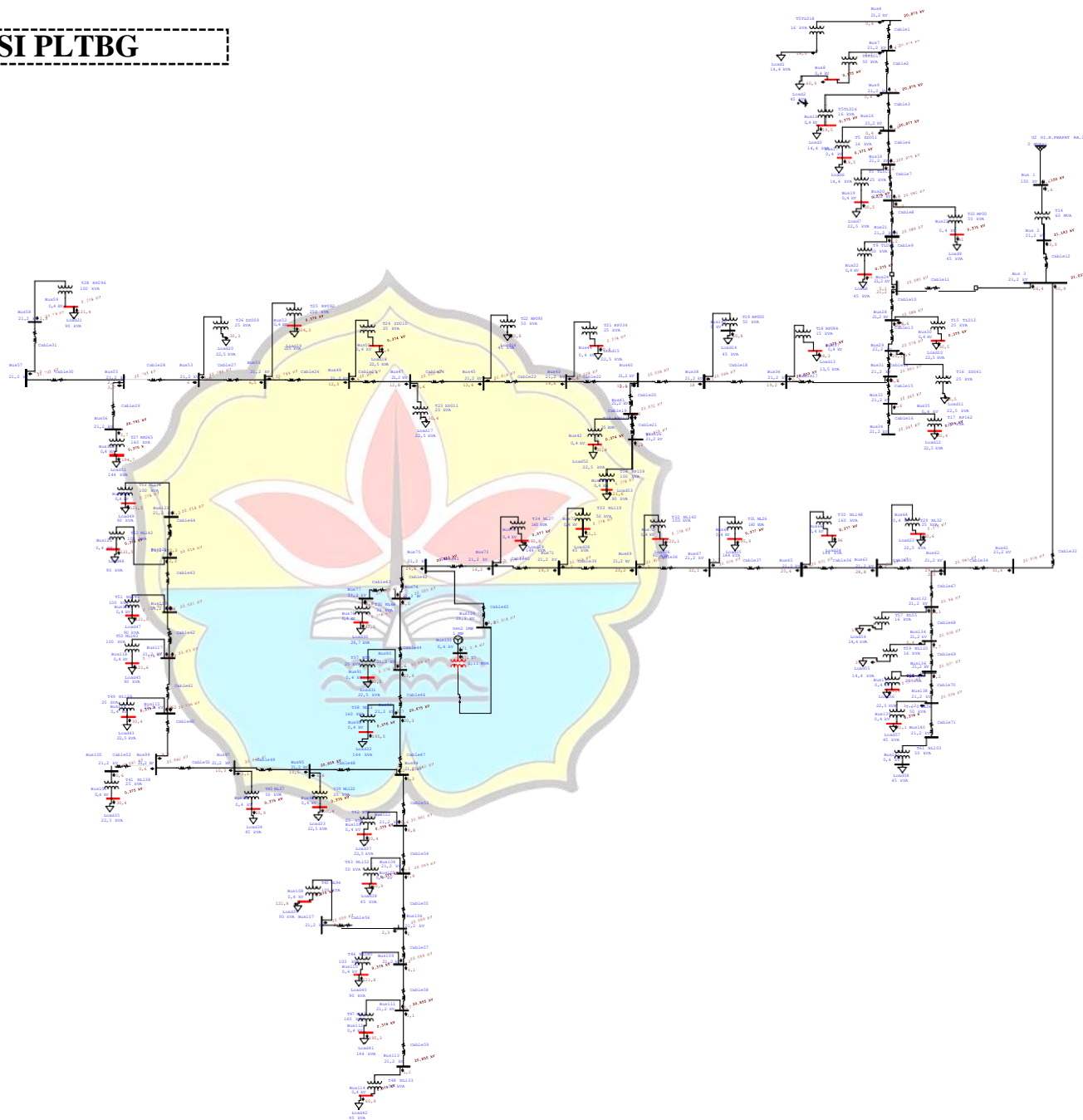
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SETELAH KONEKSI PLTBG



One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SETELAH KONEKSI PLTBG



One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)

SETELAH KONEKSI PLTBG

