

ANALISIS ALIRAN DAYA AKIBAT MASUKNYA PEMBANGKIT  
TERBARUKAN SIST.SULSELRABAR MENGGUNAKAN ETAP 16.00



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknik Pembangkit Energi  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

PADHLANI QURRATA A'YUN 44217020

PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2021

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul “Analisis Aliran Daya Akibat Masuknya Pembangkit Energi Terbarukan Sistem Sulselrabar Menggunakan ETAP 16” oleh Padhlani Qurrata A’yun NIM 442 17 020 telah diterima dan di sahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 28 September 2021

Mengesahkan,

Pembimbing I,



Prof. Ir. Makmur Saini.,M.T., Ph.D  
NIP. 19 610623 198903 1 002

Pembimbing II



Muhammad Ruswandi D, S.ST.,M.T  
NIP. 19900311 201903 1 015

Mengetahui,

a.n Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang  
Ketua Jurusan Teknik Mesin




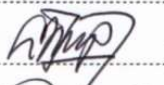

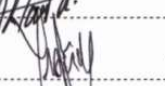

Rusdi Nur, S.ST.,M.T.,Ph.D.  
NIP 19741106 200212 1 001

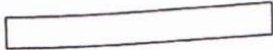
## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Selasa, 28 September 2021, tim penguji seminar skripsi telah menerima hasil seminar skripsi oleh mahasiswa Padhlani Qurrata A'yun NIM 44217020 dengan judul "Analisis Aliran Daya Akibat Masuknya Pembangkit Energi Terbarukan Sistem Sulsebarbar Menggunakan ETAP 16".

Makassar, 28 September 2021

Tim Seminar Laporan Skripsi:

1. Ir. La Ode Musa M.T	Ketua	(  )
2. Ir. Lewi, M.T	Sekretaris	(  )
3. Ir. Herman N, M.T	Anggota	(  )
4. Prof. Ir Makmur Saini M.T.Ph.D	Pembimbing I	(  )
5. Muhammad Ruswandi D, S.ST.,M.T	Pembimbing II	(  )



**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Padhlani Qurrata A'yun  
NIM : 442 17 020  
Program Studi : D4 Teknik Pembangkit Energi  
Tempat/Tgl.Lahir : Palopo / 05 September 1999  
Alamat : Jl. Kebersamaan Raya, BTP Blok AC No.488,  
Kec. Tamalanrea,Makassar

Dengan ini menyatakan :

A. Tugas Akhir/Skripsi yang berjudul:

**"Analisis Aliran Daya Akibat Masuknya Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Sistem Suselrabar Menggunakan ETAP"**

Adalah benar disusun/dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti- bukti yang kuat ternyata Tugas Akhir/Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa Tugas Akhir/Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal.

B. Bahwa seluruh dokumen (copy ijazah,copy transkrip nilai) dan lain-lain sebagai persyaratan sidang adalah asli milik saya pribadi dan dapat saya pertanggung jawabkan keasliannya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar,.....2021

Hormat Saya

  
  
(Padhlani Qurrata A'yun)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul **"Analisis Aliran Daya Akibat Masuknya Pembangkit Terbarukan Sist.Sulselrabar Menggunakan ETAP"**.

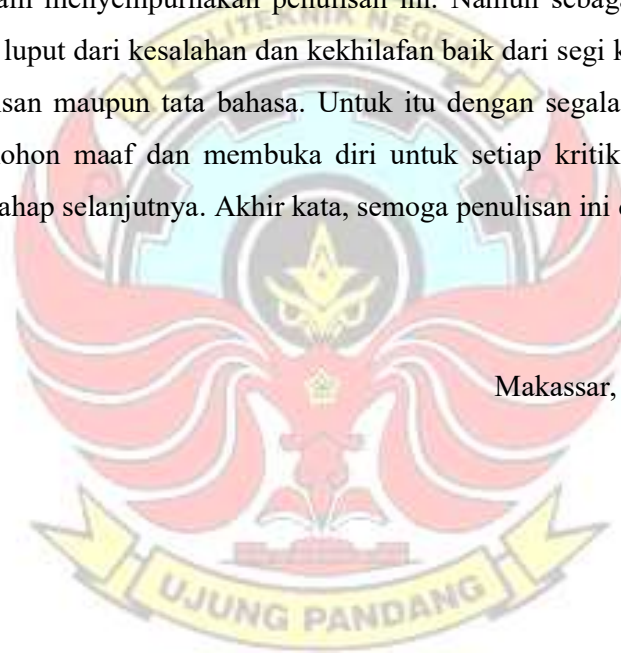
Terlaksana dan tersusunnya skripsi tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan dan kerjasama dari semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Idham Khalik dan Ibu Megawati, kakak tercinta Fathna Idham, serta semua keluarga besar yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, materi, kasih sayang, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Candra Buana., M.T. selaku Ketua Program Studi D-4 Teknik Pembangkit Energi.
5. Bapak selaku Wali Kelas IV Program Studi D-4 Teknik Pembangkit Energi.
6. Bapak Prof. Ir. Makmur Saini., M.T., Ph.D. selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
7. Bapak Muhammad Ruswandi D, S.ST.,M.T selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
8. Para Dosen dan Staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebutkan namanya satu persatu atas torehan ilmunya kepada penulis.

9. Rekan – rekan sesama mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya kelas IV Teknik Pembangkit Energi angkatan 2017.
10. Sahabat-sahabat penulis Trisya Ayudia, Nurhamda dan Surahma yang selalu memberikan semangat dan support kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir.

Selama penyusunan skripsi tugas akhir ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyempurnakan penulisan ini. Namun sebagai manusia biasa, penulis tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan baik dari segi keterbatasan ilmu, teknik penulisan maupun tata bahasa. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf dan membuka diri untuk setiap kritik dan saran untuk perbaikan ditahap selanjutnya. Akhir kata, semoga penulisan ini dapat bermanfaat.

2021



Makassar,

September

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiv
RINGKASAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya/Road Map Penelitian .....	5
2.2 Studi Aliran Daya Listrik .....	6
2.3 Klasifikasi Sistem Aliran Daya .....	10
2.4 Daya Listrik .....	13
2.5 Metode Newton Raphson .....	14
2.6 Flowchart Perhitungan Metode Newton Raphson .....	25

2.7	Sistem Kondisi Normal dan Kontingensi N-1 .....	26
2.7.1	Kondisi Normal.....	26
2.7.2.	Kondisi Kontingensi N-1 .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>31</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.2	Alat Penelitian.....	31
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.4	Desain Penelitian .....	32
3.3.1	Data yang dibutuhkan.....	32
3.3.2	Teknik Analisa Data .....	33
3.3.3	Bagan Alir Penelitian .....	35
<b>BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>37</b>
4.1.	Sistem Tenaga Listrik dan Pembangkit Energi Terbarukan Sistem Sulselrabar.....	37
4.1.1.	Pusat Tenaga Listrik.....	37
4.1.2.	PLTB Sidrap 75 MW dan PLTB Tolo Jenepono 72 MW .....	37
4.1.3.	Jaringan Transmisi .....	39
4.1.4.	Gardu Induk .....	40
4.1.5.	Kebutuhan Energi Listrik Sulselraba .....	43
4.2.	Prosedur Simulasi Aliran Daya menggunakan ETAP .....	44
4.3.	Hasil Simulasi Aliran Daya Kondisi Normal.....	53
4.3.1.	Hasil Simulasi Daya Aktif dan Daya Reaktif .....	53
4.3.2.	Hasil Simulasi Tegangan di setiap Bus .....	64
4.4.	Hasil Simulasi Aliran Daya Kontingensi N-1 Setelah Masuknya PLTB .. .....	70
4.4.1.	Hasil Simulasi Daya Aktif dan Daya Reaktif .....	71



4.4.2. Hasil Simulasi Tegangan di setiap Bus Saat Kontingensi N-1 Sistem Sulselrabar 150 kV.....	76
4.5. Keterbatasan Studi.....	81
BAB V PENUTUP.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	84



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Road Map</i> Penelitian.....	5
Tabel 2.2. Penentuan Bus pada Sistem Kelistrikan.....	16
Tabel 2.3 Hasil General pada saat <i>run</i> program ETAP 16.....	30
Tabel 2.4 Hasil Keterangan Bus pada saat <i>run</i> program ETAP 16.....	30
Tabel 4.1. Data Saluran Transmisi Sistem Sulselrabar.....	36
Tabel 4.2 Data Gardu Induk berdasarkan jumlah unit dan kapasitas masing masing transformator.....	38
Tabel 4.3 Hasil simulasi aliran daya setiap bus sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada keadaan normal.....	52
Tabel 4.4 Hasil simulasi aliran daya sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada sebelum dan setelah masuknya PLTB.....	54
Tabel 4.5 Losses pada saluran transmisi sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar.....	55
Tabel 4.6 Hasil Aliran Daya bus <i>Loading</i> sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar.....	57
Tabel 4.7 Hasil simulasi aliran daya bus <i>loading</i> sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada sebelum dan setelah masuknya PLTB.....	59
Tabel 4.8 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar.....	64
Tabel 4.9 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar setelah masuknya PLTB yang mengalami <i>Critical Voltage Condition</i> .....	65
Tabel 4.10 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar setelah masuknya PLTB yang mengalami <i>Marginal Voltage Condition</i> .....	66
Tabel 4.11 Hasil simulasi aliran daya setiap bus sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada kontingensi N-1.....	68
Tabel 4.12 Hasil simulasi aliran daya setiap bus <i>loading</i> sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada kontingensi N-1.....	70

Tabel 4.13 Tegangan setiap bus kondisi normal dan kontingensi N-1.....72

Tabel 4.14 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar yang mengalami *Critical Voltage Condition*.....75

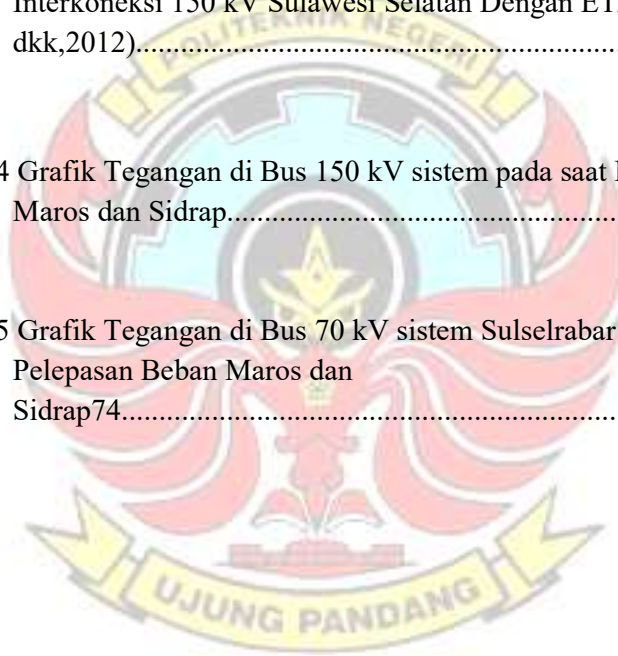
Tabel 4.15 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar yang mengalami *Marginal Voltage Condition*.....76



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik.....	8
Gambar 2.2 Transformator <i>Step Down</i> .....	9
Gambar 2.3 Generator listrik.....	20
Gambar 2.4 Busbar <i>3-phase</i> .....	8
Gambar 2.5 Segitiga Daya.....	13
Gambar 2.6 <i>Flowchart</i> Perhitungan Metode Newton Rapshon.....	17
Gambar 2.7 Logo ETAP 16.0.....	21
Gambar 2.8 Contoh Project Analisi Daya Aliran Pada ETAP 16.00.....	21
Gambar 2.9 <i>Single Diagram</i> Contoh perhitungan 1 Analisi Daya Aliran Pada ETAP 16.00.....	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Kotak dialog pertama.....	42
Gambar 4.2 Kotak dialog <i>Create New project</i> .....	42
Gambar 4.3 Kotak dialog <i>User Information</i> .....	43
Gambar 4.4 Tampilan Utama ETAP.....	43
Gambar 4.5 <i>Single Line Sistem Sulsebar</i> di ETAP.....	44
Gambar 4.6 Data Static Load pada bus beban.....	45
Gambar 4.7 Data Bus Generator.....	46
Gambar 4.8 Kotak dialog Data Konfigurasi Jaringan.....	47
Gambar 4.9 Kotak dialog Data Impedansi Jaringan.....	48
Gambar 4.10 Kotak dialog Winding Transformer Editor.....	49

Gambar 4.11 Kotak dialog Load Flow Study Case.....	50
Gambar 4.12 Kotak dialog Load Flow Study Case.....	50
Gambar 4.12 Grafik perbandingan tegangan 150kV dari analisis aliran Daya dan data dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Djalal dkk,2012).....	62
Gambar 4.13 Grafik perbandingan tegangan 70kV dari analisis aliran Daya dan data dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Djalal dkk,2012).....	63
Gambar 4.14 Grafik Tegangan di Bus 150 kV sistem pada saat Pelepasan Beban Maros dan Sidrap.....	73
Gambar 4.15 Grafik Tegangan di Bus 70 kV sistem Sulselrabar pada saat Pelepasan Beban Maros dan Sidrap.....	74



### DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
I	A	Arus Listrik
$I_n$	A	Arus n Saluran
P	Watt	Daya Aktif
$P_p$	Watt	Daya Aktif Bus p
Q	Var	Daya Reaktif
$Q_p$	Var	Daya Reaktif Bus p
S	VA	Daya Semu/Kompleks
$S_p$	VA	Daya Semu Bus p
$Y_{pq}$		Impedansi pada Bus pq
H,N,J,L		Turunan Parsial $P_p$ dan $Q_p$
IP	-	Indeks Performa
IP saluran i	-	Indeks Performa kontingensi saluran i
$P_{\text{saluran } 1,i}$	MV	Nilai daya aktif saluran 1 untuk saluran i
$P_{\text{maks}}$	MV	Batas maksimum daya aktif saluran 1
IP tegangan	kW	IP tegangan kontingensi
$V_{j \text{ min}}$	KV	Batas maksimum nilai tegangan pada bus j
$V_{j \text{ min}}$	KV	Batas minimal nilai tegangan pada bus j
$V_{j,i}$	KV	Nilai tegangan pada bus j saat kontingensi saluran

		i
$\varepsilon$	-	Konvergen
$\theta$	o	Sudut
$\delta$		Sudut fasa tegangan



## RINGKASAN

Kehadiran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dapat menambah stok kapasitas daya yang tersedia di wilayah Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Barat (Sulselrabar), sehingga bertambah pula jumlah beban yang harus ditanggung. Untuk itu, perlu dilakukan analisis aliran daya untuk mengetahui kondisi secara keseluruhan dari sistem tenaga listrik pada system Sulselrabar saat ini. Analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik merupakan analisis yang mengungkapkan kinerja suatu sistem tenaga listrik dan aliran daya (aktif dan reaktif) untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja. Analisis dilakukan menggunakan *software* ETAP 16.00, metode yang digunakan adalah newton rapshon dengan mengambil dua kondisi yakni normal dan kontingensi N-1.

Dari hasil penelitian dapat diketahui aliran daya yang terjadi di setiap saluran sistem 150 kV sistem sulselrabar. Jumlah daya aktif (MW) yang terjadi saat kondisi normal berdasarkan simulasi adalah 1730,87 MW, dimana daya aktif yang paling besar, yaitu 171 MW dari BUS15\_TLASA ke BUS13\_SGMNSA. Untuk data tegangan, terjadi sedikit perbandingan tegangan pada saat simulasi dibandingkan dengan data PLN. Adapun saat melakukan analisis kontingensi N-1 dengan melepas beban jalur tengah sulselrabar yakni Maros dan sidrap, terjadi perubahan tegangan yang mengakibatkan bertambahnya bus yang mengalami *critical voltage condition* maupun *marginal voltage condition*. Hal tersebut terjadi karena lepasnya beban penting secara tiba-tiba sehingga terjadi *over* maupun *under voltage* pada bus.

Kata kunci : Aliran daya, daya aktif, tegangan, simulasi, *software* ETAP 16.





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada tahun 1970-an Energi terbarukan pertama kali dikenal sebagai cara untuk mengimbangi perkembangan energi dengan bahan bakar fosil dan nuklir. Adapun potensi energi terbarukan yang dimiliki Indonesia untuk ketenagalistrikan telah mencapai 443 GW, meliputi angin, panas bumi, air dan mikro-mini hidro, bioenergi surya, dan gelombang laut.

Salah satu energi terbarukan yang kini dilirik pemerintah yaitu tenaga angin atau yang lebih sering disebut tenaga bayu. Beberapa Kawasan timur di Indonesia berpotensi menghasilkan tenaga listrik karena kecepatan anginnya.

Menurut Iqbal, Adinandra. (2018) “Kecepatan angin yang berpotensi menghasilkan tenaga listrik, yaitu Oelbuluk, NTT kecepatan rata-ratanya 6,1 m/s, Sidrap, Sulawesi Selatan kecepatan rata-ratanya 6,43 m/s dan Jeneponto, Sulawesi Selatan rata-ratanya 7,96 m/s”

Sulawesi Selatan sendiri yang merupakan daerah industri di Kawasan Timur Indonesia sering mengalami *blackout* akibat defisit daya listrik. *Blackout* yang terjadi tentu mempengaruhi proses produksi perusahaan industri. Industri yang membutuhkan konsumsi daya listrik yang besar seperti industri olahan pangan dan plastik terkadang harus mengalami hambatan akibat *blackout* yang berjam-jam (PT. Kima, 2017). Ditambah juga dengan jumlah konsumen listrik yang terus bertambah. Menurut Wildan.W (2019) “dari hasil estimasi jumlah pelanggan, diketahui jumlah kebutuhan daya atau daya tersambung tahun-tahun berikutnya, besarnya daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2015 yaitu

sebesar 1.296467.311 VA dan diperkirakan pada tahun 2025 meningkat menjadi 2.597.148.624 VA". Maka dari itu pemerintah terdorong untuk membangun instalasi pembangkit listrik tenaga bayu di daerah Sulawesi selatan yang nantinya akan mempengaruhi penyaluran listrik pada sistem sulserabar.

Setelah kehadiran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) tersebut dapat menambah stok kapasitas daya yang tersedia di wilayah Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Barat (Sulseltrabar), sehingga bertambah pula jumlah beban yang harus ditanggung. Untuk itu, perlu dilakukan analisis aliran daya untuk mengetahui kondisi secara keseluruhan dari sistem tenaga listrik pada system Sulseltrabar saat ini. Analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik merupakan analisis yang mengungkapkan kinerja suatu sistem tenaga listrik dan aliran daya (nyata dan reaktif) untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja. Hasil utama dari aliran daya adalah besar dan sudut fasa tegangan pada setiap saluran (bus), daya nyata dan daya reaktif yang ada pada setiap saluran.

Pada penelitian ini dilakukan 2 metode analisis yakni pada saat system kondisi normal dan kontingensi N-1. Pada kondisi normal akan diketahui berapa besar daya aktif dan daya reaktif yang terjadi, sedangkan pada kontingensi N-1 akan diketahui perubahan daya aktif, daya reaktif yang terjadi serta Indeks Performa (IP) yang didapat dari perhitungan. Perhitungan aliran daya untuk sistem tenaga listrik pada bagian Sistem Sulseltrabar setelah masuknya pembangkit terbarukan jika dilakukan secara manual akan sangat rumit dan memerlukan waktu banyak, oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan software komputer untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses perhitungan aliran daya.

ETAP (Electrical Transient Analisis Program) Power Station merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan software ETAP Power Station 16.00 akan dapat menganalisis sistem tenaga listrik yang sangat luas dan banyak kondisi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang diperoleh sebagai berikut:

1. Bagaimana Tegangan, Daya Aktif & Daya Reaktif pada kondisi normal sistem sulselrabar sebelum dan setelah masuknya PLTB menggunakan ETAP?
2. Bagaimana Kondisi Tegangan yang terjadi pada kontingensi N-1 sistem sulselrabar setelah masuknya PLTB menggunakan ETAP?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Dari permasalahan yang harus diselesaikan di atas, maka perlu adanya batasan masalah agar dalam melakukan analisis nantinya tidak melebar dan memudahkan dalam melakukan analisis. Batasan-batasan masalah tersebut yaitu :

1. Analisis berdasarkan Data Operasi Area Pengatur & Penyaluran Beban (AP2B) PT.PLN Wilayah Sulselrabar, Makassar.
2. Kondisi operasi sistem tenaga listrik dalam 2 keadaan yakni normal dan Konfigurasi N-1.
3. Perhitungan dilakukan berdasarkan analisis Newton Raphson.
4. Simulasi dilakukan dengan menggunakan ETAP 16.00.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui Tegangan dan Aliran Daya kondisi normal yang terjadi pada sistem kelistrikan Sulselrabar akibat masuknya Pembangkit Listrik Terbarukan.
2. Mengetahui Kondisi Tegangan yang pada saat kontingensi N-1 pada sistem kelistrikan Sulselrabar akibat masuknya Pembangkit Listrik Terbarukan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi tambahan mengenai aliran daya yang terjadi pada sistem Sulselrabar, sehingga memudahkan industri untuk mengatur pembebanan dan optimasi dalam meningkatkan efisiensi sistem.
2. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan energi terbarukan, aliran daya dan ETAP 16.00.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Sebelumnya/Road Map Penelitian

Sebelumnya sudah ada penelitian yang membahas tentang analisis aliran daya, baik metode Gauss-Seidel sampai metode Newton Raphson, konvensional maupun dengan kecerdasan buatan (Computational Intelligence) serta pada kondisi normal maupun kontingensi. Table 2.1 berikut menunjukkan Road Map penelitian.

Tabel 2.1. *Road Map* penelitian

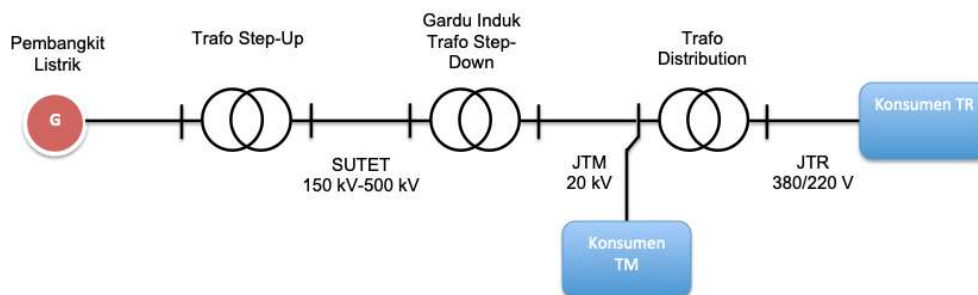
Metode	Pengarang
Power Sistem Stabilizer (Pss) Placement Using Cuckoo Search Algorithm (Csa) In Interconnected 150 Kv South, South East And East Of Sulawesi (Sulselrabar) Electrical System	(Muhammad Ruswandi Djalal;2015)
Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Texturizing Di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0	(Adib Gustian Nigara, Yohanes Primadiyono;2015)
Analisis Tegangan Setiap Bus Pada Sistem Tenaga Listrik Gorontalo Melalui Simulasi Aliran Daya	(Ervan Hasan Harun)
Studi Aliran Daya Pada Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan	(Jeremias Leda, Simon Patabang;2018)
Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Riau Menggunakan Metode Aliran Daya Newton Raphson	(Monice,Usaha Situmeang, Perinov;2019)
Penempatan Svc (Static Var	(Liliana, Syahputra;2014)

Compensator ) Pada Jaringan Distribusi Dengan Etap 7.5.0	
“Contingency Constrained Power System Security Assessment using Cascade Neural Network,” J	(K. Verma and K. R. Niazi; . Electr. Syst., vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2012)
“Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik di PT PLN ( Persero ) P3B Jawa Bali APB Jawa Barat,”	(D. Tri and A. Sari, Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro Inform., pp. 265–310;2015)
Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan 150 KV	(Ahmad Mursali Arifin;2019)

## 2.2 Studi Aliran Daya Listrik

Studi aliran daya merupakan penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya aktif maupun daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik jaringan listrik pada keadaan operasi normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa yang akan datang (Supriadi,A., 2016).

Secara umum dibutuhkan generator (pembangkit listrik), transformator, saluran transmisi, distribusi dan beban (konsumen) untuk membentuk suatu sistem jaringan listrik seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Diagram satu garis sistem tenaga listrik  
www.lambarinformasi.com

Diagram satu garis sistem tenaga listrik. Dalam menganalisis sistem tenaga diperlukan diagram yang mewakili setiap komponen untuk dapat dianalisis. Diagram satu garis atau one line diagram sering digunakan dalam menganalisis sistem tenaga listrik.

Hasil utama analisis aliran daya dalam sistem jaringan listrik adalah daya nyata, daya reaktif, besar dan sudut fasa tegangan pada setiap saluran (bus), yang ada pada setiap saluran. Hasil analisis aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya losses (rugi daya dan tegangan), alokasi daya reaktif dan kemampuan sistem untuk memenuhi pertumbuhan beban. (Nigara,A.G.,2015).

Adapun tujuan dari studi analisa aliran daya antara lain (Sulasno.,1993):

- a. Untuk mengetahui tegangan-tegangan pada setiap bus yang ada dalam sistem, baik magnitude maupun sudut fasa tegangan.
- b. Untuk mengetahui daya aktif dan daya reaktif yang mengalir dalam setiap saluran yang ada dalam sistem.
- c. Untuk mengetahui kondisi dari semua peralatan, apakah memenuhi batas batas yang ditentukan untuk menyalurkan daya listrik yang diinginkan.
- d. Untuk memperoleh kondisi mula pada perencanaan sistem yang baru.
- e. Untuk memperoleh kondisi awal untuk studi-studi selanjutnya seperti studi hubung singkat, stabilitas, dan pembebanan ekonomis.

Untuk melakukan perhitungan aliran daya, diperlukan data-data untuk menganalisisnya. Referensi data yang diperlukan antara lain :

1. Data Saluran

Data yang diperoleh dari diagram segaris (single line diagram).

2. Data Bus

Data bus yang diperlukan adalah besaran daya aktif ( $P_i$ ), Daya reaktif ( $Q_i$ ), tegangan ( $|V_i|$ ), sudut tegangan ( $\delta_i$ ).

3. Data Spesifikasi

Data yang didapat dari rating-rating setiap komponen, type komponen, merk komponen, frekuensi, dan data asli dari setiap komponen.

Beberapa hal di atas inilah yang sangat diperlukan untuk menganalisa keadaan sekarang dari sistem guna perencanaan perluasan sistem yang akan datang. Persamaan umum untuk arus yang mengalir menuju suatu bus adalah (Pai.,1979) :

$$\begin{aligned}
 I &= Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 + Y_{13}V_3 + \dots + Y_{1n} \\
 &= Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 + Y_{23}V_3 + \dots + Y_{2n}V_n \\
 &= Y_{31}V_1 + Y_{32}V_2 + Y_{33}V_3 + \dots + Y_{3n}V_n
 \end{aligned}$$

,	,	,	,
,	,	,	,
,	,	,	,

$$I_n = Y_{n1}V_1 + Y_{n2}V_2 + Y_{n3}V_3 + \dots + Y_n \dots \dots \dots (1)$$



Atau dapat juga ditulis dengan persamaan berikut :

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_q; p = 1,2,3,\dots, n \dots\dots\dots(2)$$

Daya kompleks pada bus p tersebut adalah :

$$S_p = P_p + jQ_p = V_p I \dots\dots\dots(3)$$

Dengan memasukkan Persamaan (2) ke Persamaan (3) akan menghasilkan

$$P_p + jQ_p = V_p Y_{pq} * V_q * n_q = 1 V_q * \dots\dots\dots(4)$$

Apabila bagian real dan imajiner dari persamaan (4) dipisahkan maka akan diperoleh :

$$P_p = \text{Re} V_p Y_{pq} * V_q * n_q = 1 \dots\dots\dots(5)$$

$$Q_p = \text{Im} V_p Y_{pq} * V_q * n_q = 1 \dots\dots\dots(6)$$

Apabila impedansi dinyatakan dalam bentuk siku siku maka :

$$Y_{pq} = G_{pq} + jB_{pq}$$

Sehingga persamaan daya pada persamaan (5) dan (6) akan menjadi :

$$P_p = |V_p| \sum_{q=1}^n |V_q| [G_{pq} \cos(\delta_p - \delta_q) + B_{pq} \sin \cos(\delta_p - \delta_q)] \dots\dots\dots(7)$$

$$Q_p = |V_p| \sum_{q=1}^n |V_q| [G_{pq} \sin(\delta_p - \delta_q) + B_{pq} \cos(\delta_p - \delta_q)] \dots\dots\dots(8)$$

### 2.3 Klasifikasi Sistem Aliran Daya

Menurut Prasetijo.H (2007) dalam penelitiannya, klasifikasi sistem aliran daya dibagi dalam beberapa bagian, antara lain :

#### 1. Representasi Transformator



Gambar 2.2. Transformator *Step Down*

Sumber: [www.kelasplc.com](http://www.kelasplc.com)

Transformator berfungsi untuk menurunkan tegangan primer 150 kV ke tegangan 20 kV, atau tegangan 20kV (dari PLN) menjadi tegangan sekunder 380/220 V. Transformator merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik memungkinkan pemilihan tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi :

- a. Transformator daya
- b. Transformator distribusi
- c. Transformator pengukuran (transformator arus dan transformator tegangan)

Transformator direpresentasikan sebagai resistan  $R$  dan reaktansi bocor  $X$ , karena  $R$  dan  $X$  akan mempunyai nilai persatuan yang sama baik pada sisi tegangan rendah maupun sisi tegangan tinggi pada transformator.



## 2. Representasi Generator

Gambar 2.3 Generator listrik  
[www.autoexpose.org](http://www.autoexpose.org)

Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Meskipun generator dan motor punya banyak kesamaan, tapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimanfaatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain.

Generator dalam dunia industri biasanya digunakan sebagai sumber energi cadangan (pembangkit listrik pabrik) jika terjadi pemadaman dari PLN sehingga proses produksi tetap berjalan. Tidak hanya sebagai sumber energi cadangan, dalam industri yang berskala besar pembangkitan listrik melalui genertor menjadi pilihan sumber listrik utama dalam pabrik sehingga dapat menghemat biaya konsumsi listrik.

### 3. Representasi bus (busbar)



Gambar 2.4 Busbar 3-phase  
([www.indiamart.com](http://www.indiamart.com))

Busbar adalah suatu penghantar impedansi rendah dimana beberapa sirkuit listrik dapat dihubungkan secara terpisah dengan setiap keluaran tertuju ke dasar kerangka tiga busbar fasa dan satu netral. Busbar pada dasarnya merupakan ril penghubung dua atau lebih rangkaian listrik.

## 2.4 Daya Listrik

Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha. Menurut Kamel,dkk (2009), Daya listrik biasanya diaktifkan dalam satuan Watt. Dimana,

$$P = VI \dots\dots\dots(9)$$

Terdapat tiga macam daya yaitu [1]:

a. Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan usaha atau energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah watt.

$$P_{1\theta} = VI \cos \theta \dots\dots\dots(10)$$

b. Daya Reaktif (Q)

Daya Reaktif (reactive power) adalah daya yang disuplai oleh komponen reaktif. Satuan daya reaktif adalah VAR.

$$Q_{1\theta} = VI \sin \theta \dots\dots\dots(11)$$

c. Daya Semu (S)

Daya semu (apparent power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms ( $V_{rms}$ ) dan arus rms ( $I_{rms}$ ).

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

P : Daya Aktif (Watt)

Q : Daya Reaktif (Var)

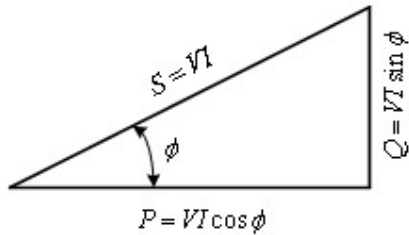
S : Daya Semu (VA)

V : Tegangan (V)

I : Arus (A)

$\theta$  : sudut

Hubungan antara daya aktif, daya reaktif dan daya semu dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.5 Segitiga Daya

(<https://www.researchgate.net/>)

## 2.5 Metode Newton Raphson

Pada dasarnya ada 3 metode yang sering digunakan untuk perhitungan aliran daya. Untuk sistem tenaga listrik yang berskala besar metode Newton-Raphson lebih efisien dan praktis, dimana jumlah (26) iterasi yang dibutuhkan untuk perhitungan lebih sedikit jika dibandingkan dengan metode yang lainnya. (Salman.R & Sinuraya.A.,2014)

Secara prinsip, metode newton raphson menggunakan nilai awal (initial value) dari suatu solusi, dan nilai yang paling mendekati ke solusi sesungguhnya yang dapat diketahui dari garis lurus bersinggungan (straight line tangent) dengan nilai awal tersebut, secara matematis

$$x^{(n+1)} = x^{(n)} - \frac{f(x^{(n)})}{f'(x^{(n)})} \dots\dots\dots(13)$$

Untuk mencari nilai  $x$  menggunakan persamaan tersebut dan dapat dihentikan setelah perbedaan nilai sebelum ( $x^{(n)}$ ) dan setelahnya ( $x^{(n+1)}$ ) telah memenuhi syarat ketepatan (accuracy) yang diinginkan ( $\epsilon$ ).

$$\Delta x^{(n)} < \epsilon$$

$$x^{(n+1)} - x^{(n)} < \epsilon \dots\dots\dots(14)$$

Selanjutnya dalam analisa aliran daya, ada dua persamaan yang harus diselesaikan pada tiap-tiap bus. Persamaan tersebut akan mencari 4 variable yakni besaran tegangan ( $|V_i|$ ) dan sudut tegangan ( $\delta_i$ ) yang disebut *state variable*, yaitu *variable* yang tergantung dari kondisi pada semua bus serta daya aktif ( $P_i$ ) dan daya reaktif ( $Q_i$ ) yang dapat ditentukan setelah *state variable* diketahui. Selanjutnya beberapa variable tersebut dapat dieleminasi (dianggap sebagai konstanta) dengan memperhatikan karakteristik dari setiap bus, yaitu

- *Load bus* (PQ), yaitu bus yang terhubung dengan beban dimana daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) harus sesuai dengan yang telah direncanakan (*scheduled*) sedangkan nilai tegangan ( $|V_i|$ ) dan sudut tegangan ( $\delta_i$ ) beban harus dicari melalui proses iterasi sampai tercapai nilai tertentu yang konvergen dengan toleransi ketelitian yang diinginkan.
- *Slack Bus*, yaitu salah satu PV bus yang dianggap sebagai referensi dimana tegangan ( $|V_i|$ ) dan sudut tegangan ( $\delta_i$ ) merupakan suatu konstanta (biasanya 1 p.u dan  $0^\circ$ ). Bus ini mempunyai besar tegangan dan nilai sudut fasa tertentu sehingga mampu membangkitkan daya

aktif dan daya reaktif yang dibutuhkan untuk melayani bus beban dan mengimbangi rugi daya pada saluran.

- *Voltage-controlled Bus (PV)* atau bus generator, yaitu bus yang dapat mengatur/mengontrol (*primer mover and excitation*) daya aktif (P) dan tegangan ( $|V_i|$ ) sehingga variable tersebut dapat dianggap sebagai konstanta (PV Bus) dan variable yang akan dicari nilainya adalah daya reaktif (Q) dan sudut tegangan ( $\delta_i$ ).

Adapun langkah-langkah dalam menyelesaikan suatu analisis aliran daya pada system tenaga listrik yaitu

1. Menyusun  $Y_{bus}$

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & -y_{12} \\ -y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(15)$$

2. Menentukan *Slack*, PV dan PQ bus serta melihat persamaan *power-balance & state variable*

Tabel 2.2. Penentuan Bus pada Sistem Kelistrikan

Tipe Bus	Jumlah Bus	Besaran Tetap	Jumlah Persamaan Power-balance	Jumlah State Variable
<i>Slack</i>	1	$ V_i \delta_i$	0	0
PV Bus	Ng	$P_i V_i $	Ng	Ng
PQ Bus	N-Ng-1	$P_iQ_i$	2(N-Ng-1)	2(N-Ng-1)
Total	N	2N	2N-Ng-2	2N-Ng-2



3. Menyusun Matriks *Mismatch* [M]

$$[M] = \begin{bmatrix} P_{2,spec} & - & P_{2,cal} \\ \vdots & & \vdots \\ P_{N,spec} & - & P_{2,cal} \\ Q_{2,spec} & - & Q_{2,cal} \\ \vdots & & \vdots \\ Q_{N,spec} & - & Q_{2,cal} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (P_{g2} - P_{d2}) - \sum_{n=1}^N |Y_{2n} V_2 V_n| \cos(\theta_{2n} + \delta_n - \delta_2) \\ \vdots \\ (P_{gN} - P_{dN}) - \sum_{n=1}^N |Y_{Nn} V_N V_n| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_N) \\ (Q_{g2} - Q_{d2}) + \sum_{n=1}^N |Y_{2n} V_2 V_n| \sin(\theta_{2n} + \delta_n - \delta_2) \\ \vdots \\ (Q_{gN} - Q_{dN}) + \sum_{n=1}^N |Y_{Nn} V_N V_n| \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_N) \end{bmatrix}$$

.....(16)

Dimana superskrip *spec* berarti yang ditetapkan (*specified*) dan *calc* adalah yang dihitung (*calculated*).

4. Menyusun Matriks *Jacobian* [J]

Matrik Jacobian terdiri dari turunan parsial dari P dan Q terhadap masing-masing variable, besar dan sudut fasa tegangan ( $\delta_j$ ). Besar dan sudut fasa tegangan ( $\delta_j$ ) yang diasumsikan serta daya aktif ( $P_i$ ) dan daya reaktif ( $Q_i$ ) yang dihitung digunakan untuk mendapatkan elemen-elemen Jacobian. Setelah itu akan diperoleh harga dari perubahan besar tegangan  $\Delta|V_i|$ , dan perubahan sudut fasa tegangan ( $\Delta\delta_j$ ). Berikut merupakan bentuk matrik dari Jacobian

$$[J] = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} & \frac{\partial P_2}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial |V_4|} \\ \vdots & J_{11} & \vdots & \vdots & J_{12} & \vdots \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} & \frac{\partial P_4}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_4}{\partial |V_4|} \\ \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_4} & \frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_2}{\partial |V_4|} \\ \vdots & J_{21} & \vdots & \vdots & J_{22} & \vdots \\ \frac{\partial Q_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_4}{\partial \delta_4} & \frac{\partial Q_4}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_4}{\partial |V_4|} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(17)$$

Dimana,

- Tipe *Off-diagonal* element dari  $J_{11}$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = - |Y_{ij} V_i V_j| \sin(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i)$$

- Tipe *diagonal* elemet dari  $J_{11}$

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} &= \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N |Y_{ij} V_i V_n| \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \\ &= \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N \frac{\partial P_i}{\partial \delta_n} \end{aligned}$$

- Tipe *Off-diagonal* elemen dari  $J_{21}$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |Y_{ij} V_i| \cos(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i)$$

- Tipe *diagonal* elemen dari  $J_{21}$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = 2|V_i| G_{ii} + \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N |Y_{ij} V_n| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i)$$

- Tipe *off-diagonal* elemen dari  $J_{12}$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = - |Y_{ij} V_i V_j| \cos(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i)$$

- Tipe *diagonal* dari elemen  $J_{12}$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N |Y_{in} V_i V_n| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i)$$

$$= - \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_n}$$

- Tipe *off-diagonal* dari elemen  $J_{22}$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = -|Y_{ij}V_i| \sin(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i)$$

- Tipe *diagonal* dari elemen  $J_{22}$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = -2|V_i|B_{ii} - \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N |Y_{ij}V_n| \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i)$$

5. Menghitung *Correction (Corr)*

$$[Corr] = \begin{bmatrix} \Delta\delta_2 \\ \vdots \\ \Delta\delta_N \\ \Delta|V_2| \\ \vdots \\ \Delta|V_N| \end{bmatrix} = [J]^{-1}[M] \dots\dots\dots(18)$$

6. Menghitung *State Variable*

$$\begin{bmatrix} \delta_2^{(iter+1)} \\ \vdots \\ \delta_N^{(iter+1)} \\ |V_2|^{(iter+1)} \\ \vdots \\ |V_N|^{(iter+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_2^{(iter)} \\ \vdots \\ \delta_N^{(iter)} \\ |V_2|^{(iter)} \\ \vdots \\ |V_N|^{(iter)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta\delta_2 \\ \vdots \\ \Delta\delta_N \\ \Delta|V_2| \\ \vdots \\ \Delta|V_N| \end{bmatrix} \dots\dots\dots(19)$$

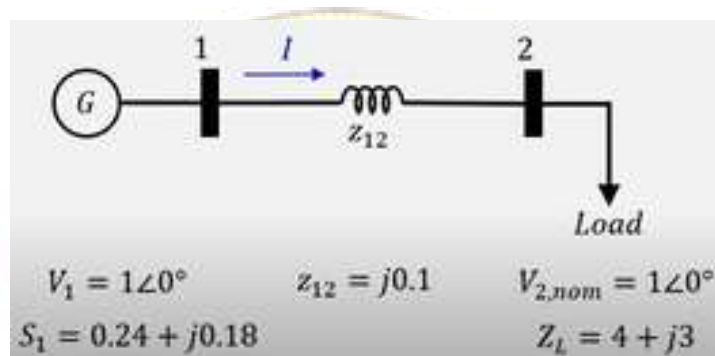
7. Menghitung *Correction Error, (ε)*

$$\epsilon = Max[Corr] \dots\dots\dots(20)$$

8. Mengulangi langkah ke 5 sampai 7, hingga syarat  $\epsilon$  terpenuhi

Proses ini disebut iterasi, dimana proses ini akan terus berlangsung sampai perubahan daya aktif ( $\Delta P_i$ ) dan daya reaktif ( $\Delta Q_i$ ) tersebut telah mencapai nilai konvergen yang telah ditetapkan. Pada umumnya nilai konvergen antara lain 0,01 sampao 0,0001. (Afrianty.R & Laksono.,2007)

Berikut merupakan contoh perhitungan manual 1 Aliran Daya menggunakan Metode Newton Raphson:



Diketahui :

- Daya mampu pembangkit G adalah  $S_1 = 0,24 + j0,18$  dengan tegangan nominal  $1\angle 0^\circ$
- Daya yang dibutuhkan beban adalah

$$S_2 = \frac{(V_{2,nom})^2}{Z_L} = 0,1600 + j0.1200$$

## Penyelesaian Sistem Aliran Daya

a. Menyusun  $Y_{bus}$

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -j10 & j10 \\ j10 & -j10 \end{bmatrix}$$

b. Tentukan Slack, PV, dan PQ Bus

➤ Slack → Bus-1

$$|V_2| = 1$$

$$\delta_1 = 0$$

➤ PV Bus → Tidak ada ( $N_g=0$ )

➤ PQ Bus → Bus-2

➤ Jumlah Persamaan Power-balance → 2

➤ Jumlah *State Variable* → 2

c. Susun Matriks Mismatch, [M]

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta Q_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} P_{2,sch} - P_{2,cal} \\ Q_{2,sch} - Q_{2,cal} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} P_{2,sch} - \sum_{n=1}^N |Y_{2n} V_2 V_n| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \\ Q_{2,sc} - \sum_{n=1}^N |Y_{in} V_i V_n| \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -0.16 - (|Y_{21} V_2 V_1| \cos(-90^\circ - \delta_2) + |Y_{22} V_2 V_2| \cos(-90^\circ)) \\ -0.12 - (|Y_{21} V_2 V_1| \sin(-90^\circ - \delta_2) + |Y_{22} V_2 V_2| \sin(-90^\circ)) \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta Q_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -0.16 - 10V_2 \sin \delta_2 \\ -0.12 + 10V_2 \cos \delta_2 - 10V_2^2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

d. Susun Matriks Jacobian, [J]

$$\begin{aligned}
 [J] &= \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial |V_2|} \\ \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} |Y_{21}V_2V_1|\sin(90^\circ + \delta_1 - \delta_2) & 2|V_2|G_{22} + |Y_{21}V_1|\cos(90^\circ + \delta_1 - \delta_2) \\ |Y_{21}V_2V_1|\cos(90^\circ + \delta_1 - \delta_2) & 2|V_2|G_{22} + |Y_{21}V_1|\sin(90^\circ + \delta_1 - \delta_2) \end{bmatrix} \\
 [J] &= \begin{bmatrix} 10V_2 \sin \delta_2 & 10\cos\delta_2 \\ 10V_2 \cos \delta_2 & 20V_2 - 10\cos\delta_2 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

e. Hitung Correction, [Corr]

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta Q_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \\
 [M^{(0)}] &= \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta Q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.16 - 10V_2 \sin\delta_2 \\ -0.12 + 10V_2 \cos\delta_2 - 10V_2^2 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} -0.16 \\ -0.12 \end{bmatrix} \\
 [J^{(0)}] &= \begin{bmatrix} 10V_2 \cos\delta_2 & 10V_2 \sin\delta_2 \\ 10V_2 \sin\delta_2 & 20V_2 - 10V_2 \sin\delta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 10 \end{bmatrix} \\
 [Corr^{(0)}] &= \begin{bmatrix} \Delta\delta_2^{(0)} \\ \Delta V_2^{(0)} \end{bmatrix} = [J^{(0)}]^{-1} [M^{(0)}] \\
 &= \begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 10 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -0.16 \\ -0.12 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} -0.016 \\ -0.012 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

f. Hitung *State Variable* [Corr]

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \delta_2^{(1)} \\ |V_2|^{(1)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \delta_2^{(0)} \\ |V_2|^{(0)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_2^{(0)} \\ \Delta|V_2|^{(0)} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.016 \\ -0.012 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -0.016 \\ 0.988 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

g. Hitung Correction Error,  $\epsilon$

$$\epsilon = \max \left| \begin{pmatrix} -0.016 \\ -0.012 \end{pmatrix} \right| = 0.016 > 10^{-5}$$

Dikarenakan nilai  $\epsilon$  masih lebih besar dari  $10^{-5}$  maka perhitungan kembali dilakukan dari langkah ke-5 sampai 7, hingga syarat  $\epsilon$  terpenuhi yaitu  $\epsilon < 10^{-5}$

Setelah dilakukan perhitungan kembali, nilai  $\epsilon < 10^{-5}$  ditemukan pada iterasi ke-421 sehingga iterasi dapat dihentikan dan diperoleh tegangan dan sudut tegangan pada bus-2.

Pada iterasi ke-421

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \delta_2^{(422)} \\ |V_2|^{(422)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \delta_2^{(421)} \\ |V_2|^{(421)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_2^{(421)} \\ \Delta|V_2|^{(421)} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -0.9276 \\ 0.9877 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 9.9 \times 10^{-6} \\ 1 \times 10^{-6} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -9276 \\ 0.9877 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\epsilon = \max \left| \begin{pmatrix} 9.9 \times 10^{-6} \\ 1 \times 10^{-6} \end{pmatrix} \right| = 9.9 \times 10^{-6} < 10^{-5}$$

Maka didapatkan nilai :

$$|V_2| = 0.9877$$

$$\delta_2 = -0.9276$$

Dengan demikian, maka didapatkan besaran-besaran pada STL :

$$V_1 = 1 < 0^\circ$$

$$V_2 = 0.9877 < -0.9276^\circ$$

$$I = \frac{V_1 - V_2}{z_{12}} = 0.2025 < -37.8591^\circ$$

$$P_1 = 0,1243$$

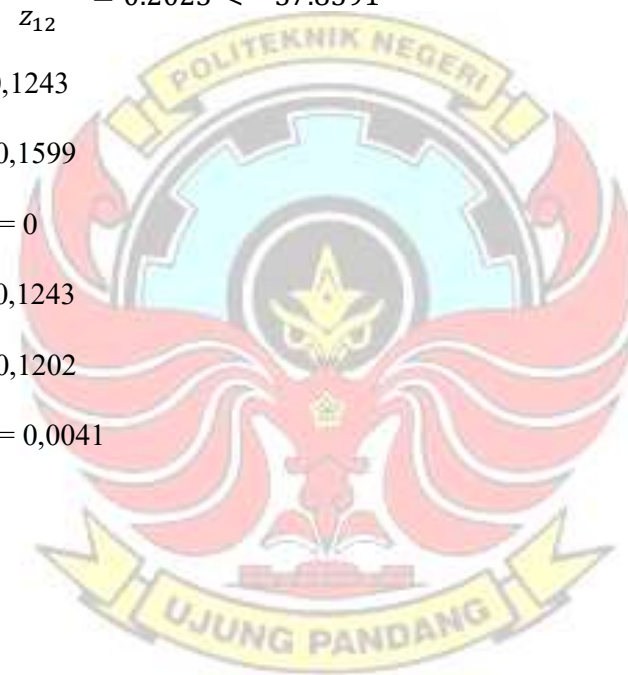
$$P_2 = 0,1599$$

$$P_{line} = 0$$

$$Q_1 = 0,1243$$

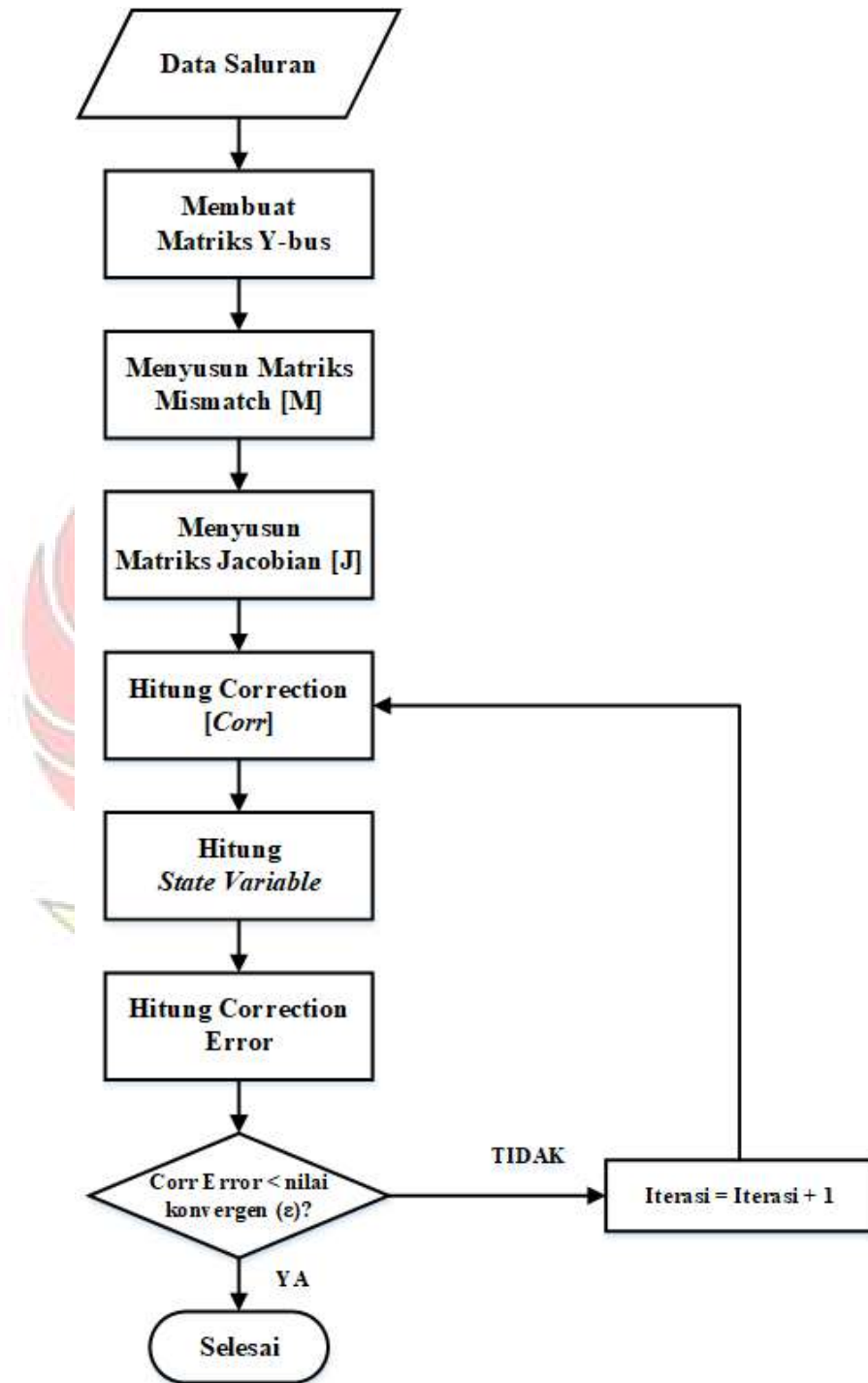
$$Q_2 = 0,1202$$

$$Q_{line} = 0,0041$$





## 2.6 Flowchart Perhitungan Metode Newton Rapshon



Gambar 2.6 Flowchart Perhitungan Metode Newton Rapshon

## **2.7 Sistem Kondisi Normal dan Kontingensi N-1**

### **2.7.1 Kondisi Normal**

Aliran daya kondisi normal dilakukan pada sistem yang berada pada keadaan *steady state* dengan fasa yang seimbang. Keterangan utama yang diperoleh adalah besar dan sudut fase tegangan pada setiap bus beserta daya aktif dan reaktif yang mengalir pada setiap saluran.

### **2.7.2. Kondisi Kontingensi N-1**

Menurut Ifatun Zulaihah (2017), Kontingensi adalah bentuk rencana yang tidak ada dalam tahap perencanaan, namun telah diprediksi atau diperkirakan tentang apa yang akan dilakukan.

Sedangkan Analisis kontingensi merupakan studi yang mempelajari keandalan sistem tenaga listrik dari adanya pelepasan unit pembangkit atau saluran transmisi. Analisis kontingensi berguna dalam pengujian sistem keamanan untuk mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dengan pengoperasian sistem untuk mengatasi terjadinya kasus-kasus yang muncul dan menempatkannya berdasarkan tingkat keparahannya. Oleh karena itu, untuk mengidentifikasi kinerja dan keandalan dari sebuah sistem tenaga listrik, maka harus dilakukan analisis kontingensi. Untuk menjaga kontinuitas aliran daya di pusat kendali sistem tenaga listrik, maka analisis kontingensi dirancang untuk dijalankan secara berkala dalam keadaan offline (Arifin,A.M.,2019).

Adapun Kontingensi N-1 adalah kontingensi yang dihasilkan dari terlepasnya satu komponen sistem yaitu satu saluran transmisi atau satu generator. Kontingensi N-k adalah kontingensi yang dihasilkan dari terlepasnya sejumlah k komponen sistem (Bai.,2016). Untuk mengetahui kasus kontingensi

harus dilakukan terlebih dahulu pra analisis kontingensi pertama untuk setiap kasus pelepasan saluran.

## 2.8 Electrical Transient Analyzer Program (ETAP)

*Electrical Transient Analyzer Program* atau biasa disebut ETAP adalah aplikasi yang digunakan untuk menganalisa suatu sistem pembangkit, sistem transmisi ataupun distribusi tenaga listrik. Aplikasi lunak ini dapat digunakan atau dijalankan secara *online/realtime* maupun *offline* (Khan,RA.,2019). ETAP menyajikan beberapa fitur untuk mempermudah penggunaanya dalam menyelesaikan suatu masalah dalam bentuk *single line diagram* untuk berbagai bentuk analisis, seperti: aliran daya, hubung singkat, koordinasi relay proteksi, starting motor, transient stability. Elemen-elemen yang dibutuhkan untuk melakukan analisis tersebut terdapat dalam ETAP.

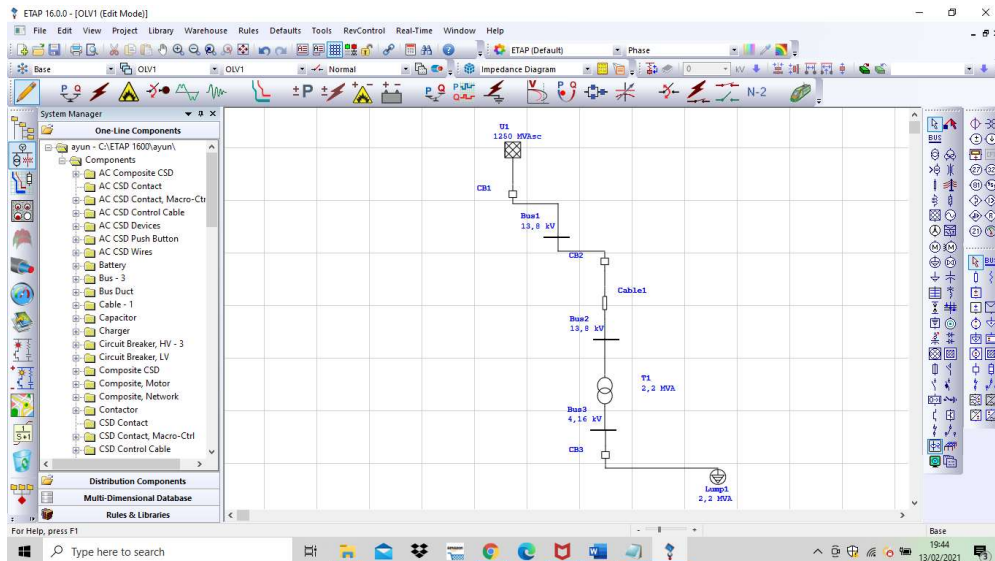


Gambar 2.7 Logo Software ETAP 16.00

([dunia-electrical.blogspot.com](http://dunia-electrical.blogspot.com))

ETAP telah dirancang dan dikembangkan untuk berbagai kebutuhan analisis pada suatu sistem tenaga listrik berbeda dalam satu paket terintegrasi dengan berbagai tampilan antarmuka. ETAP juga menyediakan fitur canggih sehingga memungkinkan para pengguna untuk mudah membuat dan mengedit

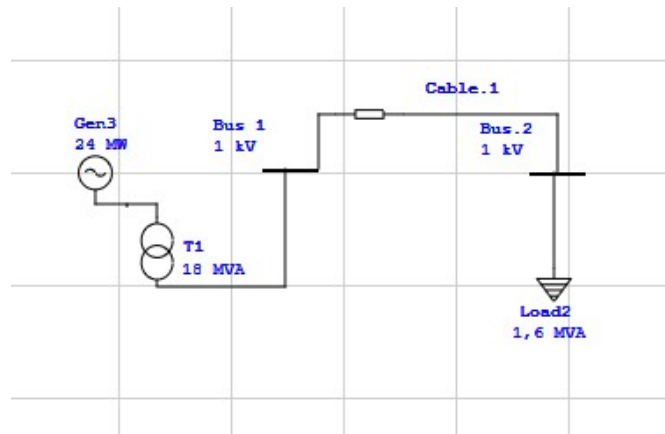
diagram garis tunggal atau *single line diagram* (SLD), sistem kabel bawah tanah, sistem kabel tiga dimensi, dan skema sistem informasi geografis.



Berdasarkan contoh perhitungan manual 1 Aliran Daya menggunakan Metode Newton Raphson, maka hasil perhitungan aliran daya dapat dibandingkan jika menggunakan program ETAP, maka dihasilkan sebagai berikut:

1. Membuat *One Line Diagram*

Gambar 2.8 Contoh *Project* Analisis Daya Aliran Pada ETAP 16.00



Gambar 2.9 *Single Diagram* Contoh perhitungan 1 Analisi Daya Aliran Pada ETAP 16.00

## 2. Memasukkan data studi kasus

Setelah menggambar single line diagram, maka langkah selanjutnya memasukkan studi kasus yang telah diketahui sebelumnya, seperti Nama Busbar, Tipe Busbar, Data Jaringan Transmisi, Data Transformator dan Studi Kasus Aliran Daya yang digunakan yakni Newton Raphson.

## 3. Run Load Flow Program

Untuk melihat hasil run program, maka dilihat pada pilihan report manger di toolbar yang ada, maka data siap di export ke file doc, pdf maupun excel. Hasil pada percobaan ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Tabel Hasil General

Tabel 2.3 Hasil General pada saat *run* program ETAP 16

Study ID	revisi
Study Case ID	LF
Data Revision	Base
Configuration	Normal
Loading Cat	Design
Generation Cat	Design
Diversity Factor	Normal Loading
Buses	3
Branches	2
Generators	1
Power Grids	0
Loads	1
Load-MW	0,246
Load-Mvar	1,547
Generation-MW	0,246
Generation-Mvar	1,547
Loss-MW	0,246
Loss-Mvar	0,0136
Mismatch-MW	0
Mismatch-Mvar	0



2. Tabel Keterangan pada Bus

Tabel 2.4 Hasil Keterangan Bus pada saat *run* program ETAP 16

Bus ID	Nominal kV	Voltage	MW Loading	% Loading
Bus4	1	99,13	0,245	0
Bus5	1	97,89	0	0
Bus6	1	100	0,246	0

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat penelitian dilakukan di Pengatur & Penyaluran Beban (AP2B) PT.PLN Wilayah Sulselrabar, Makassar. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai Februari s.d Agustus 2021.

### **3.2 Alat Penelitian**

Adapun alat penelitian yang akan dipergunakan pada penelitian ini berupa:

- Seperangkat Laptop
- *Software Electrical Transient Analyzer Program (ETAP)*
- Seperangkat peralatan tulis-menulis

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

#### 1. Studi Literatur

Pada penelitian ini dilakukan studi literatur berupa pencarian informasi pada buku, dan jurnal yang terkait mengenai teori serta data-data yang dibutuhkan untuk analisis daya aliran akibat masuknya pembangkit terbarukan sist.sulserabar.

#### 2. Observasi

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung ke lapangan.

### 3. Wawancara

Pada penelitian ini dilakukan wawancara atau tanya jawab kepada pihak pekerja instansi/perusahaan untuk memperoleh data-data yang diperlukan.

## 3.4 Desain Penelitian

### 3.3.1 Data yang dibutuhkan

Di bawah ini adalah data yang dibutuhkan untuk analisis daya aliran akibat masuknya pembangkit terbarukan sist.sulserabar antara lain:

1. *Single Line* Diagram 150 Kv Sistem Sulserabar
2. Data Generator yang tersambung dengan sistem 150 kV, data yang dibutuhkan adalah rating tegangan (kV), kapasitas daya terpasang dalam (MW) dan daya mampu dari masing-masing pembangkit dalam satuan MW.
3. Data Transformator disetiap Gardu Induk, data yang dibutuhkan adalah rating tegangan/rasio tegangan (kV), rating daya (MVA), nilai impedans (Z,dan X/R)
4. Data Bus, data yang dibutuhkan adalah: rating kV, %V, angle, dan LDF
5. Data Beban, yakni beban yang dilayani oleh sistem tenaga listrik system Sulselrabar
6. Data penghantar pada saluran transmisi 150 kV
  - a. Panjang penghantar dalam satuan km



b. Impedans penghantar dalam satuan ohm/km

Data yang diminta sesuai data yang dibutuhkan sepenuhnya untuk melakukan simulasi jaringan 150 kV sistem sulserabar.

Adapun data yang didapatkan dari sumber lain untuk beberapa ketentuan yang sifatnya umum untuk diketahui dan tanpa harus melakukan permohonan izin untuk mendapatkannya.

### 3.3.2 Teknik Analisa Data

Penelitian dilakukan dengan mensimulasikan sistem tenaga listrik sistem Sulserabar PT. PLN AP2B Wilayah Sulselrabar akibat masuknya pembangkit tenaga listrik terbaru menggunakan aplikasi ETAP 16.00. Pemodelan sistem yang akan dikerjakan, menyesuaikan parameter-parameter yang dibutuhkan dan telah diterima oleh peneliti ketika pengambilan data. Sistem yang disimulasikan dirancang sedemikian rupa untuk mencapai kemiripan pada *real* sistem jaringan 150 kV Sulserabar.

Langkah awal penelitian dilakukan dengan penentuan parameter atau data-data teknis penunjang nilai yang akan diinginkan. Data ini akan diperoleh saat peneliti melakukan pengambilan data di PT. PLN AP2B Wilayah Sulselrabar, Makassar.

Setelah data dan analisis metode dilakukan, tahapan selanjutnya perancangan *single line* diagram jaringan 150 kV sistem Sulselrabar pada

aplikasi ETAP 16.00 yang berguna untuk memudahkan tahap berikutnya.

Pemodelan jaringan menjadi langkah berikutnya dengan memasukkan data-data di setiap komponen terpasang dengan data yang sudah tersedia, tahap pemodelan memegang peranan penting untuk penelitian ini karena jaringan dibuat sesuai keadaan nyata sistem Sulserabar.

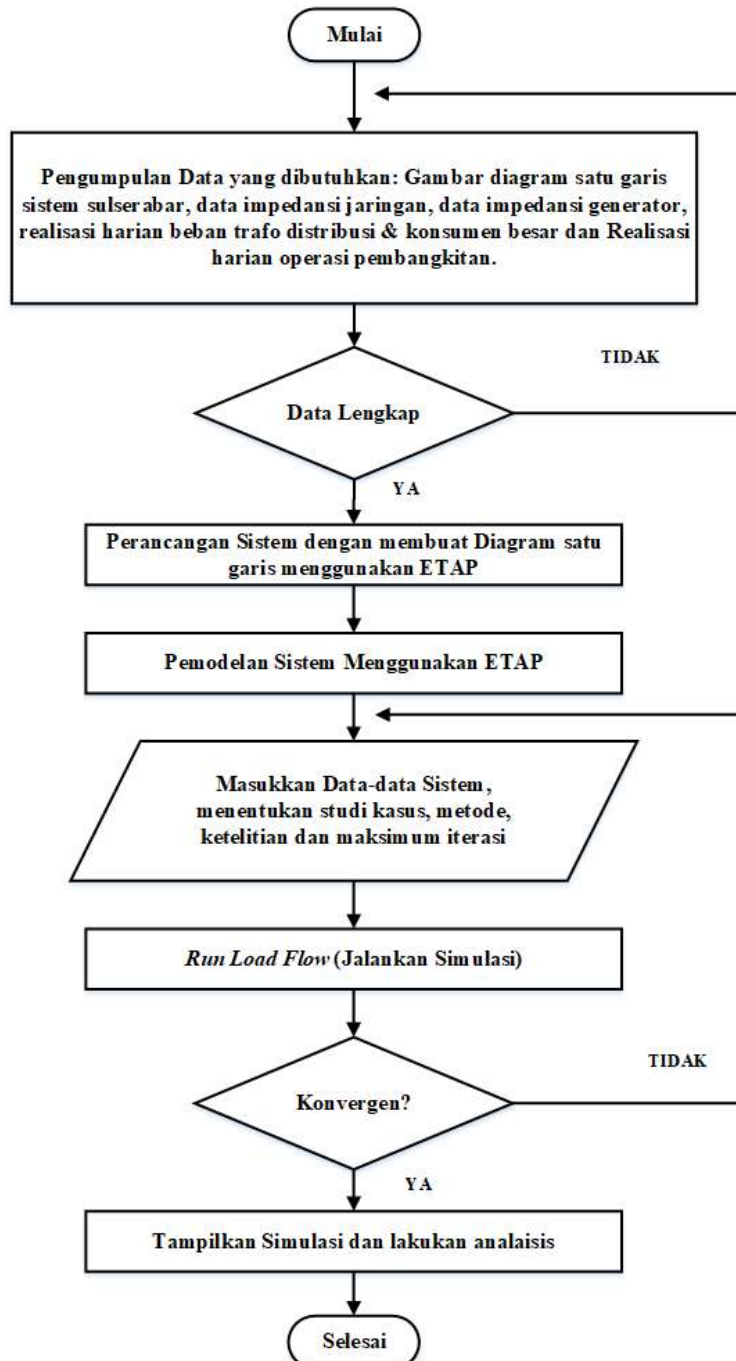
Setelah perancangan dan pemodelan selesai, tahapan selanjutnya *run load flow* pada aplikasi ETAP 16.00 untuk memastikan pemodelan berjalan dengan baik. Setelah berhasil disimulasikan maka didapatkan hasil aliran daya, lalu identifikasi parameter daya aktif dan tegangan bus saat kondisi normal sebelum dilakukan skema kontingensi N-1.

Langkah selanjutnya peneliti mulai mensimulasikan kontingensi dengan melepas satu saluran yang terpasang pada sistem yang dipilih, dan melakukan analisis aliran daya saat kontingensi. Lalu menganalisis aliran daya yang dihasilkan saat kontingensi dengan mengidentifikasi parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan Indeks Performa. Daya aktif dan tegangan bus akan dicatat pada saat pelepasan saluran.

Langkah terakhir peneliti akan membuat kesimpulan dan saran dari hasil semua yang telah dilakukan pada penelitian, dimana kesimpulan berisi hal-hal yang dianggap penting, dan saran berisi masukan untuk kesempurnaan dari penelitian ini.

### 3.3.3 Bagan Alir Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



## **BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN**

### **4.1. Sistem Tenaga Listrik dan Pembangkit Energi Terbarukan Sistem Sulselrabar**

#### **4.1.1. Pusat Tenaga Listrik**

Sistem kelistrikan Sulselrabar yang saat ini aktif terdiri dari 21 unit pembangkit yakni 6 PLTA, 8 PLTU, 1 PLTG, 1 PLTGU, 3 PLTMH serta 2 PLTB. yang beroperasi pada tegangan 150 kV. Sistem Kelistrikan Sulselrabar didominasi oleh Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) seperti PLTU Sengkang, PLTU Barru, PLTU Jeneponto dan PLTU Mamuju yang masing masing memiliki kapasitas daya bangkit berbeda-beda.

#### **4.1.2. PLTB Sidrap 75 MW dan PLTB Tolo Jeneponto 72 MW**

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) atau 'kebun angin' di Kabupaten Sidrap, Sulawesi Selatan adalah yang pertama di Indonesia dan berkapasitas 75 MW. PLTB Sidrap digarap oleh UPC Renewables dan PT Binatek Energi Terbarukan. Dengan kapasitas 75 MW, PLTB Sidrap diproyeksi mampu mengalirkan listrik untuk 70.000 pelanggan di Sulsel dengan daya listrik rata-rata 900 VA. PLTB ini praktis membantu menambah pasokan listrik untuk PLN khususnya di Sistem Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Barat (<https://mediaindonesia.com>).

PLTB Sidrap telah menghasilkan listrik yang melimpah, yaitu rata-rata 20% sampai dengan oktober 2019. Dalam periode itu, PLTB menghasilkan energi bersih dan terbarukan yang disalurkan ke jaringan PLN Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Barat. Sehingga dengan bertambahnya pasokan pembangkit, saat ini rasio elektrifikasi di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan

Sulawesi Barat mencapai 98,25% dengan total pelanggan 3.098.209 (<https://mediaindonesia.com>).

Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB) Sidrap memiliki 30 buah turbin. Kapasitas total PLTB Sidrap adalah 75 MW dengan masing-masing turbin berkapasitas 2,5 MW. Turbin tersebut dibangun pada menara baja setinggi 80 meter dan tiga buah bilah dengan panjang masing-masing sekitar 57 meter sehingga total ketinggian turbin tersebut mencapai 137 meter. PLTB ini membutuhkan lahan seluas 100 hektar dengan tanah galian 100,000 m<sup>3</sup> ([warstek.com](http://warstek.com)).

Selain di Sidrap, pembangkit listrik tenaga angin lainnya terdapat di Kabupaten Jeneponto. PLTB Tolo yang dibangun di areal seluas 60 hektar di Kecamatan Turatea, Kabupaten Jeneponto ini berkapasitas 72 MW yang terdiri dari 20 turbin angin Siemens SWT-3.6-130 dengan masing-masing berkapasitas 6,3 MW. Dengan 60 baling-baling berjenis *sovanius (three blade) upwind* memiliki rotor yang menghadap arah datangnya angin dengan panjang 63 meter dan tinggi menara 135. PLTB ini terkoneksi dengan jaringan transmisi 150 KV yang melalui gardu Induk Jeneponto.

Kehadiran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) tersebut dapat menambah stok kapasitas daya yang tersedia di wilayah Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Barat (Sulseltrabar). Saat ini beban puncak di Sulawesi Selatan 1.050 MW, sementara daya listrik yang tersedia bisa menyuplai sampai 1.300 MW. Untuk elektrifikasi atau daerah yang teraliri listrik, di wilayah Sulseltrabar sudah mencapai 97%. Sedikit di atas rasio elektrifikasi nasional saat ini yakni

kurang lebih 96%. Dengan adanya surplus daya kelistrikan diharapkan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar (<https://www.djkn.kemenkeu.go.id/>).

#### 4.1.3. Jaringan Transmisi

Sistem transmisi tenaga listrik Gorontalo merupakan sistem tiga fasa saluran ganda (*double circuit*) dengan tegangan kerja 150 kV yang terdiri 46 saluran transmisi yang menghubungkan pusat-pusat beban sistem kelistrikan Sulselrabar. Data saluran transmisi sistem kelistrikan Sulselrabar pada Tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1. Data Saluran Transmisi Sistem Sulselrabar

Saluran		Urutan Positif		Y/2	Jarak (km)
From	To	R (ohm)	jX (ohm)		
BARRU	PNKEP	0,02419	0,08667	0,01167	46
BKARU	PRANG	0,03076	0,11023	0,01012	58,5
BKARU	PWALI	0,02627	0,09440	0,00743	50,1
BKARU	BKRU PH	0,00105	0,00377	0,00007	1
BSOWA	TELLO	0,01683	0,06049	0,00761	32,1
PNKEP	BSOWA	0,01090	0,03919	0,00493	20,8
PNKEP	TELLO	0,04764	0,17071	0,00575	45,3
PPAARE	BARRU	0,02314	0,08290	0,01116	44
PPAARE	PNKEP	0,09464	0,33916	0,01141	90
PPAARE	SUPPA	0,00787	0,02826	0,00056	7,5
PRANG	PPARE	0,01388	0,04974	0,00670	26,4
PWALI	MJENE	0,05261	0,18902	0,00372	50,16
PWALI	PPARE	0,03663	0,13159	0,01819	91,9
SDRAP	PPARE	0,02003	0,07198	0,00142	19,1
SGMSA	TLLSA	0,00970	0,06649	0,00314	27,5
SKANG	SPENG	0,02106	0,12670	0,00404	35,4
SPENG	BONE	0,04578	0,16306	0,00402	43,27
SPENG	SDARP	0,05643	0,20275	0,00482	53,8

TELLO	SGMSA	0,00385	0,02635	0,00124	10,9
TELLO	TLAMA	0,00726	0,02600	0,00088	6,9
BLKMB	JNPTO	0,04861	0,17466	0,00344	46,35
<b>Sambungan</b>					
BONE	BLKMB	0,14390	0,51703	0,01017	137,2
BONE	SNJAI	0,04064	0,14603	0,01149	77,5
DYBAR	SGMSA	0,05433	0,37234	0,01756	154
JNPTO	TIP 57/58	0,02568	0,09228	0,00182	24,49
MALEA	MKALE	0,01058	0,07253	0,00342	30
MKALE	PLOPO	0,03917	0,14076	0,00277	37,35
SDRAP	DYBAR	0,01235	0,08462	0,00399	35
SDRAP	MKALE	0,06274	0,37753	0,01203	103,48
SGMSA	TBNGA	0,00707	0,04256	0,00136	11,89
SNJAI	BLKMB	0,03120	0,11211	0,00882	59,5
TLLSA	TIP 57/58	0,00673	0,04609	0,00217	19,06
DAYA	TELLO	0,02408	0,04421	0,00013	5
MNDAI	DAYA	0,03420	0,06278	0,00019	7,1
MNDAI	TELLO	0,05828	0,10699	0,00032	12,1
PNKEP	MNDAI	0,36318	0,66671	0,00050	37,7
PNKEP	TNSA3	0,03275	0,06013	0,00005	3,4
TELLO	BRLOE	0,06069	0,11141	0,00034	12,6
TELLO	BWAJA	0,12292	0,17508	0,00002	3,7
TELLO	PKANG	0,04334	0,07958	0,00006	4,5
TLAMA	BNTLA	0,04046	0,07428	0,00006	4,2

*\*Sumber : Area Pengatur & Penyaluran Beban (AP2B) PT.PLN Wilayah Sulselrabar, Makassar (Data Operasi AP2B Sistem)*

#### **4.1.4. Gardu Induk**

Sistem tenaga listrik Sulselrabar memiliki 56 buah Gardu Induk (GI) yakni: yang saling terinterkoneksi melalui jaringan transmisi 150 kV. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.



Tabel 4.2 Data Gardu Induk berdasarkan jumlah unit dan kapasitas masing masing transformator

ULTG	GARDU INDUK	KAPASITAS		
		Unit	Daya (MW)	
ULTG MAROS	Tello	1	60	
		2	60	
	Daya	1	20	
		2	20	
	Kima	1	30	
		2	60	
	Mandai	1	20	
		2	20	
	Maros	1	30	
		2	30	
	Pangkep	4	20	
		5	30	
		6	60	
	ULTG PANAKKUKANG	Bontoala	1	20
			2	20
GIS Bontoala		1	60	
		2	60	
Panakkukang		1	30	
		2	60	
		3	60	
Tallo lama		1	30	
		2	60	
		3	60	
Tanjung Bunga		1	60	
		2	60	
		3	60	
Sungguminasa		1	60	
		2	60	
Borongloe		1	20	
Bolangi	1	60		

ULTG	GARDU INDUK	KAPASITAS	
		Unit	Daya (MW)
ULTG PAREPARE	Barru	1	20
	Balusu	1	6,3
	Pare pare	1	30
		2	16
		3	30
	Pinrang	1	30
		2	16
		3	30
	Bakaru	1	20
	ULTG JENEPONTO	Tallasa	1
2			20
3			60
Jeneponto		1	20
		2	30
Bantaeng		1	30
Punagaya	1	30	
ULTG WATAMPONE	Bulukumba	1	20
		2	30
		3	60
	Sinjai	1	20
		2	30
		3	30
	Bone	1	30
		2	20
		3	30
	Sopeng	2	30
3		60	

ULTG	GARDU INDUK	KAPASITAS		
		Unit	Daya (MW)	
ULTG SIDRAP	Sidrap	1	20	
		2	30	
		3	60	
	Sengkang	1	20	
		2	30	
		3	60	
	Enrekang	1	30	
	Makale	1	20	
		2	30	
	ULTG PALOPO	Palopo	1	20
2			20	
3			30	
4			30	
Siwa		1	30	
		2	60	
Wotu		1	30	
Malili		1	30	
ULTG MAMUJU		Mamuju	1	20
			2	30
	3		60	
	Mamuju Baru	1	30	
	Majene	1	20	
	Polmas	1	20	
		2	30	
	Topoyo	1	30	

ULTG	GARDU INDUK	KAPASITAS		
		Unit	Daya (MW)	
ULTG KENDARI	Tanassa	1	10	
	Puuwatu	1	20	
		2	30	
		3	30	
	Kendari	1	60	
		2	60	
	Unaaha	1	30	
	Kolaka	1	30	
	Lasusua	1	30	
	Moramo	1	60	
	Konawe	1	30	
	ULTG PALU	Pamona	1	10
		Poso	1	30
		Sidera	1	30
Silae		1	30	
		2	60	
Tallise 150 kV		4	60	
Tallise 70 kV		2	30	
		3	30	
Parigi		1	20	
		2	20	
Pasangkayu	1	30		

#### 4.1.5. Kebutuhan Energi Listrik Sulselraba

Data Beban yang digunakan adalah data operasi harian sistem Sulselraba, di mana yang dipakai adalah data beban puncak hari Selasa 21 Mei 2019, pukul 15.00 WITA, seperti pada tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 Data Realisasi Harian Beban Puncak MVar Trafo Distribusi

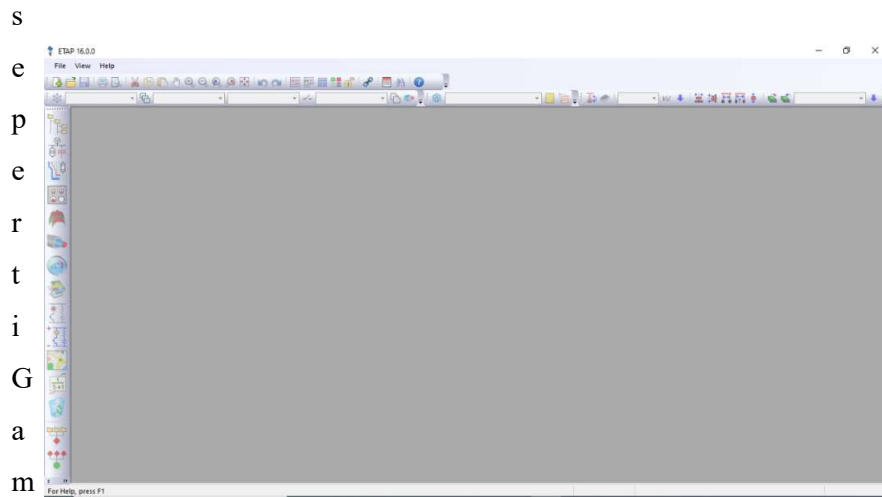
No	Nama Bus	BEBAN TRAFODISTRIBUSI (MW)
1	BD1_BNTLA	38,3
2	BD1_BONE	12,1
3	BD1_DAYA	24,1
4	BD1_MNDAI	26
5	BD1_PLPO	29,7
6	BD1_PNKNG	70,8
7	BD1_PNRNG	25,1
8	BD1_TLAMA	45,9
9	BD1_TLLASA	16,8
10	BD2_PNRNG	25,1
11	BD_BARRU	1,8
12	BD BKRU	0,1
13	BD_BLKMBA	7,9
14	BD_BOSOWA	45,9
15	BD_BRLOE	0,9
16	BD_BRWJA	32,1
17	BD_JNPNT0	12,7
18	BD_MJENE	10,6
19	BD_MKLE	5,6
20	BD_MMUJU	22,3
21	BD_PARE	18
22	BD_PLMAS	4,7
23	BD_PNGKEP	29,4
24	BD_SDRP	18,7
25	BD_SGMNSA	34,8
26	BD_SNGKNG	20,7
27	BD_SNJAI	14,6
28	BD_SPPENG	6,7
29	BD_TBNGA	51,9
30	BD_TELLO	54,2
31	BD_TONASA	2,5

## 4.2. Prosedur Simulasi Aliran Daya menggunakan ETAP

Adapun Prosedur Simulasi Aliran Daya menggunakan ETAP sebagai berikut:

1. Program ETAP dapat digunakan setelah diinstall kedalam komputer.

Program dijalankan dengan cara mengklik program ETAP. Setelah ETAP dijalankan maka akan menampilkan kotak dialog (*dialog box*)

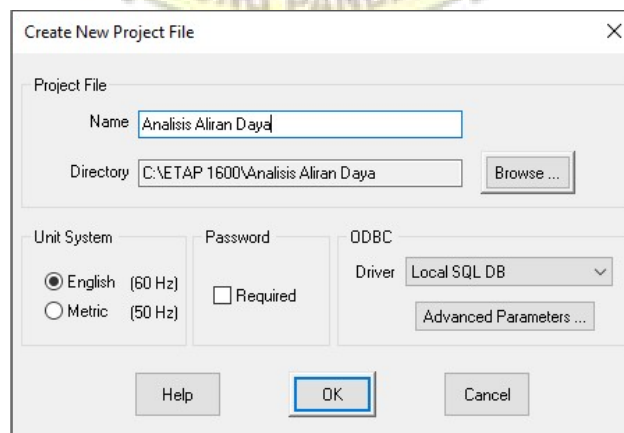


bar 4.1

Gambar 4.1. Kotak dialog pertama

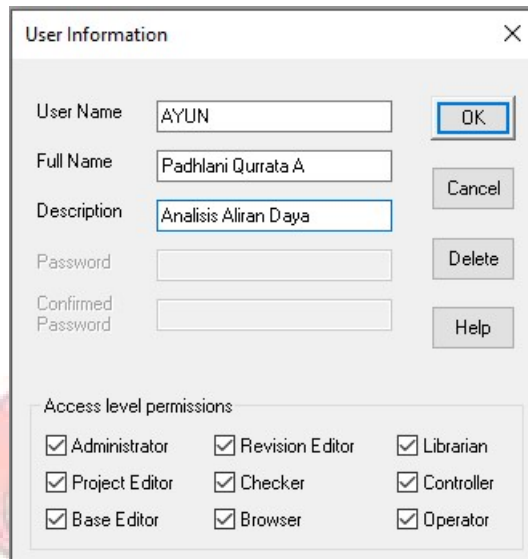
2. Membuat file project baru

Klik *file*→*new project* akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Kotak dialog *Create New project*

Setelah menulis *name project*, kemudian klik OK, dan akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar 4.3.

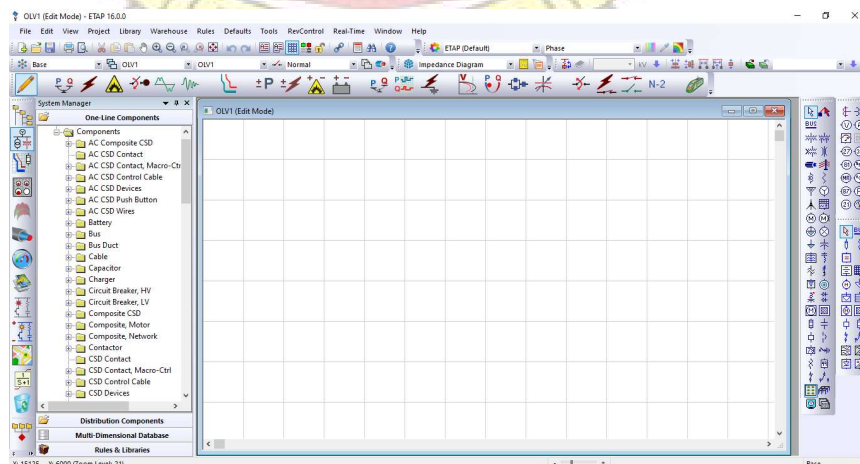


The image shows a 'User Information' dialog box with the following fields and options:

- User Name: AYUN
- Full Name: Padhlani Qurrata A
- Description: Analisis Aliran Daya
- Password: (empty)
- Confirmed Password: (empty)
- Buttons: OK, Cancel, Delete, Help
- Access level permissions (all checked):
  - Administrator, Revision Editor, Librarian
  - Project Editor, Checker, Controller
  - Base Editor, Browser, Operator

Gambar 4.3. Kotak dialog *User Information*

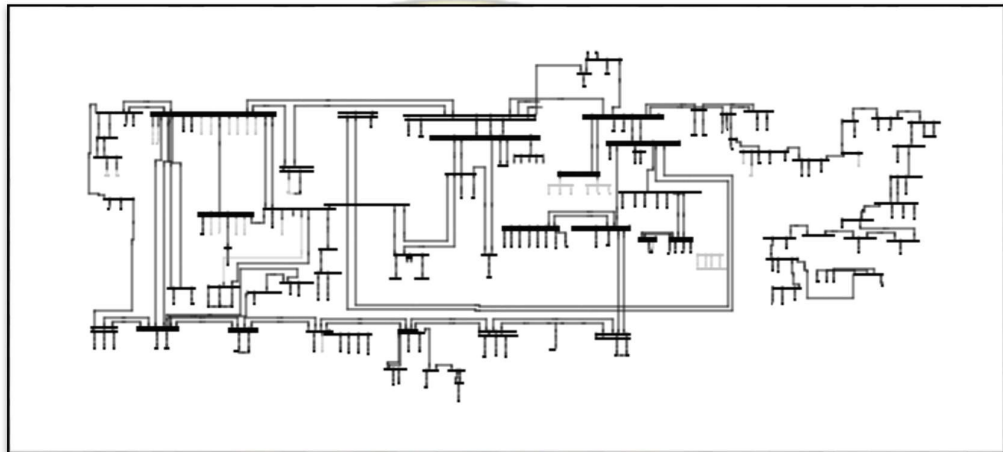
Masukan *user name*; *full name*; *description*; *password* (jika ingin menggunakan *password*) kemudian klik OK maka akan tampil kotak dialog seperti pada Gambar 4.4



Gambar 4.4. Tampilan Utama ETAP

### 3. Membuat *One Line Diagram*

Pada Gambar 4.4. dapat dilihat terdapat jendela (*windows*) untuk menggambar *one-line diagram* menggunakan *template* yang terdapat pada *toolbar* di sebelah kanan dengan cara klik and *drag*. Setelah selesai membuat dan menyusun komponen dengan rapih selanjutnya *save file*. Hasilnya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5. berikut ini.



Gambar 4.4. *Single Line Sistem Sulselrabar* di ETAP

4. Memasukkan data studi kasus

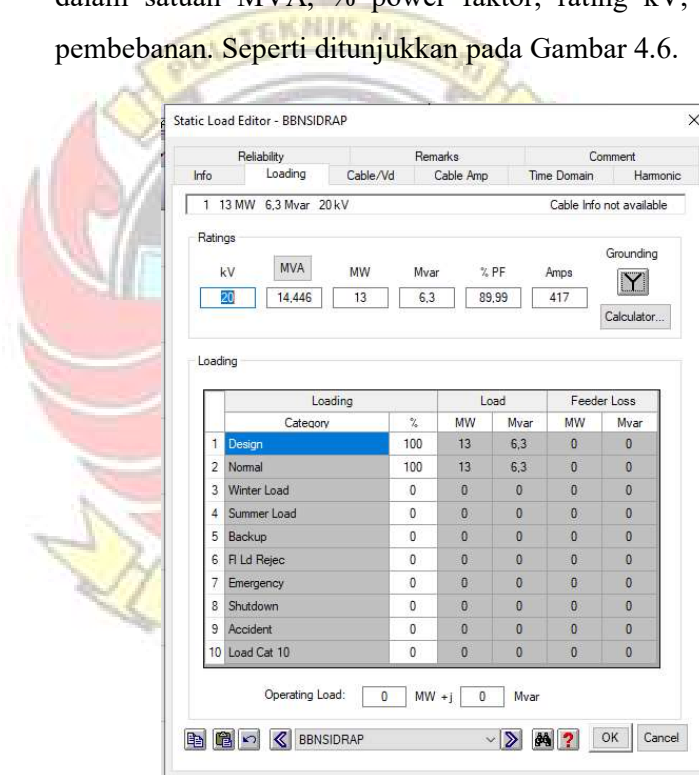
a. Nama Busbar

Untuk mengidentifikasi bus yang terinterkoneksi

b. Tipe Busbar

➤ Bus beban

Pada bus beban, data yang dimasukkan adalah daya semu, yakni beban yang tersambung atau dilayani pada bus beban dalam satuan MVA, % power faktor, rating kV, dan faktor pembebanan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Data *Static Load* pada bus beban

➤ Bus generator

Pada bus generator data yang harus dimasukkan adalah daya aktif dalam MW yang dibangkitkan pada setiap bus Generator. *Rating* kV, % PF, Effisiensi Generator, Desain *setting* daya (MW) ini mengacu pada daya mampu pembangkit, dan var limits yaitu nilai maksimum dan minimum Q. Gambar 4.7.

Gen. Category	% V	Angle	MW	Mvar	% PF	Qmax	Qmir
1 Design	99		10,36			10	-3,8
2 Normal	100		0			0	0
3 Shutdown	100		0			0	0
4 Emergency	100		0			0	0
5 Standby	100		0			0	0

Gambar 4.7. Data Bus Generator

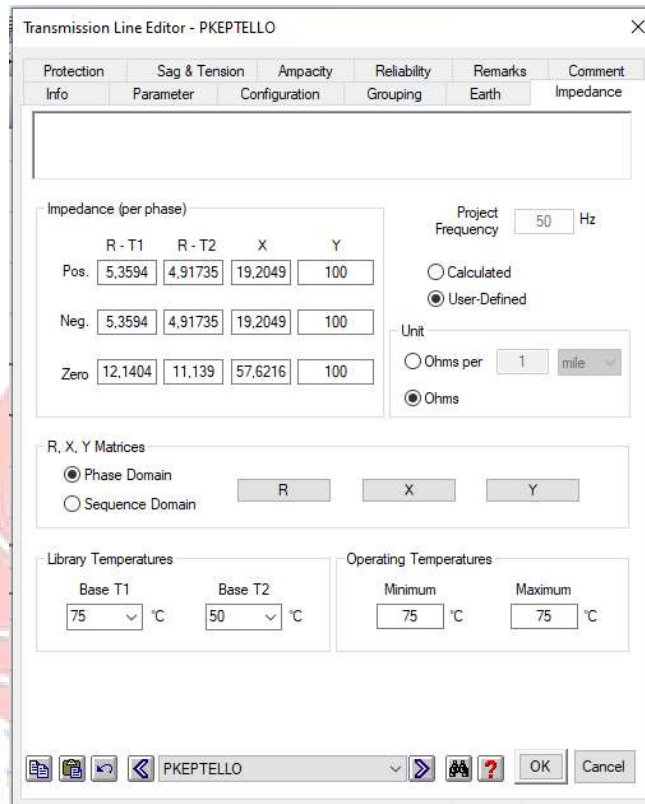


c. Data Jaringan Transmisi

Pada jaringan transmisi data yang harus dimasukkan adalah: panjang jaringan, konfigurasi jaringan (Gambar 4.8), dan data impedans jaringan: R, X, dan Y(Gambar 4.9) baik urutan positif maupun urutan nol.

The screenshot shows a software dialog box titled "Transmission Line Editor - PKEPTELLO". It has a tabbed interface with tabs for "Protection", "Sag & Tension", "Ampacity", "Reliability", "Remarks", and "Comment". The "Info" tab is selected, showing fields for "ID" (PKEPTELLO), "From" (TELLO117, 150 kV), and "To" (PANGKEP15, 150 kV). Other sections include "Equipment" (Tag #, Name, Description), "Revision Data" (Base), "Condition" (Service: In/Out, State: As-Built), "Connection" (3 Phase/1 Phase), and "Length" (Length: 45,3, Unit: km, Tolerance: 0%). The bottom of the dialog has a toolbar with icons for file operations and a status bar showing "PKEPTELLO".

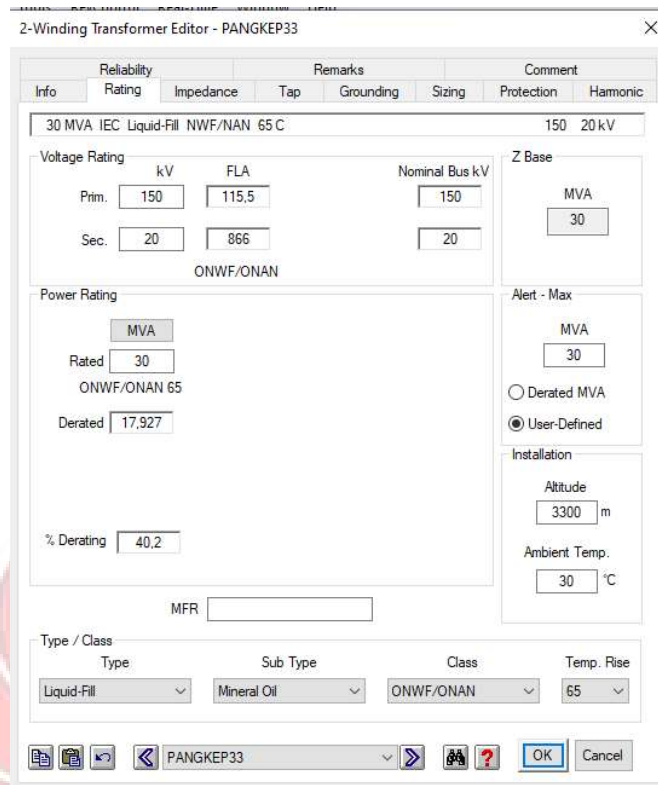
Gambar 4.8. Kotak dialog Data Konfigurasi Jaringan



Gambar 4.9. Kotak dialog Data Impedansi Jaringan

d. Data Transformator

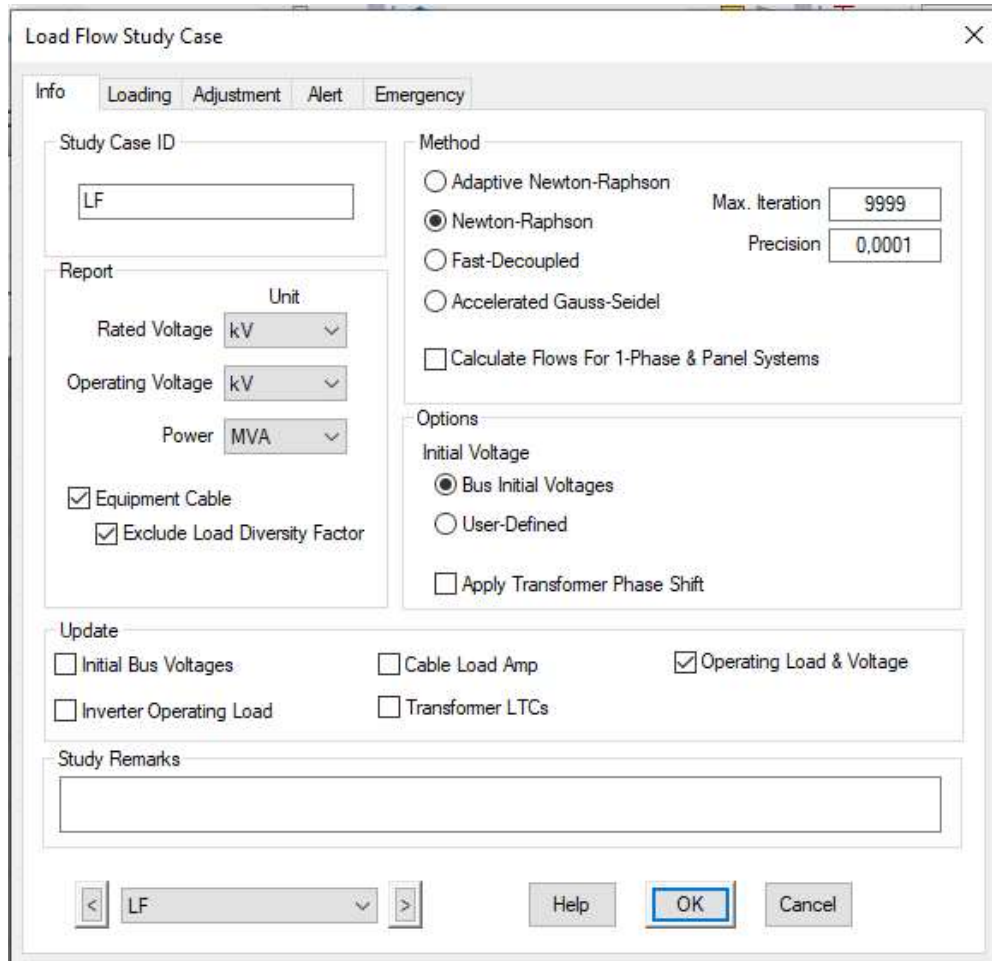
Data yang perlu dimasukkan pada kotak dialog transformator adalah: rating daya trafo, impedansi baik urutan positif maupun urutan nol, rating kV, hubungan belitan transformator. Kotak dialog tranformator ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Kotak dialog *Winding Transformer Editor*

e. Studi Kasus Aliran Daya

Setelah semua data sistem dimasukkan, maka langkah terakhir adalah memasukkan data setingan studi kasus. Data yang harus dimasukkan ke dalam kotak dialog adalah: Studi Kasus ID, Metode yang digunakan (dalam penelitian ini dipilih metode Newton-Rhapson), maksimum iterasi (9999 iterasi), ketelitian (0,0001), kategori pembebanan (dipilih design), bus voltage (dalam kV), dan initial condition (digunakan tegangan bus). Untuk jelasnya, kotak dialog studi kasus aliran daya ditunjukkan pada Gambar 4.11



Gambar 4.11. Kotak dialog *Load Flow Study Case*

### **4.3. Hasil Simulasi Aliran Daya Kondisi Normal**

Analisis dengan menggunakan *Software* ETAP 16.00 dilakukan pada Sistem Sulselrabar dengan kondisi pembebanan dan pembangkitan dalam keadaan normal dengan menggunakan data operasi pada tanggal Selasa 21 Mei 2019, pukul 15.00 WITA.

Sebagai data perbandingan, maka hasil analisis akan dibandingkan dengan hasil studi analisis aliran daya dari Laporan Tugas Akhir oleh Muhammad Ruswandi Djalal (44208008) dan Yudhi Leo Chandra (44208025), mahasiswa D4 Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang Tahun 2012 yang berjudul “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” sebagai data sebelum masuknya PLTB, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

#### **4.3.1. Hasil Simulasi Daya Aktif dan Daya Reaktif**

Simulasi dengan *Software* ETAP 16.00 ini menggunakan Metode Newton Raphson yang selesai pada iterasi ke-2, sehingga menghasilkan data Daya aktif, Daya Reaktif, Arus serta Efisiensi Power Faktor yang mengalir di setiap saluran berdasarkan hasil simulasi aliran daya saat sistem Sulselrabar dalam keadaan normal diberikan dalam tabel 4.6.

#### 4.3.1.1 Daya Aktif dan Daya Reaktif Sistem Interkoneksi 150 kV Sulselrabar

Pada hasil aliran daya dari ke 43 Bus sistem interkoneksi 150 kV Sistem Sulselrabar, dapat menghasilkan simpulan data sebagai berikut,

- Total daya aktif yang terdapat pada saluran pada kondisi normal yaitu 1730,87 MW, dimana daya aktif yang paling besar, yaitu 171 MW dari BUS15\_TLASA ke BUS13\_SGMNSA.
- Daya reaktif terbesar yaitu 29,67 MVar dari BUS\_PUNAGAYA ke BUS15\_TLASA
- Efisiensi Power Faktor tertinggi mencapai 100% terjadi BUS21\_SENGKANG ke BUS16\_SIDRAP, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada saluran Bus PLTBSidrap ke BUS16\_SIDRAP yakni sebesar 19,72%.
- Nilai Plus pada table menandakan arah jalur aliran listrik mengarah keluar dari sumber menuju konsumen, sedangkan Nilai Minus menandakan aliran listrik yang masuk ke arah sumber.

Untuk hasil aliran daya dari selengkapnya dapat dilihat pada table 4.4 berikut ini,

Tabel 4.4 Hasil simulasi aliran daya setiap bus sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada keadaan normal

No ID BUS	SALURAN		ALIRAN DAYA		ARUS (A)	PF (%)
	Dari Bus	Ke Bus	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)		
1	BONTOALA150	BD_TELLO2	36,04	11,29	146,94	95,42
2	BU28_MAROS	BusBOLANGI	8,64	-1,33	33,76	98,83
		BUS13_SGMNSA	0,83	-2,63	10,67	-29,98
		BD_MROS	16,94	6,19	69,66	93,93
3	BUS1_BAKARU	BUS2_POLMAS	56,59	12,01	222,68	-97,82
4	BUS2_POLMAS	BUS1_BAKARU	57,48	-9,52	223,17	-98,65
		BD_PLMAS	4,75	1,68	19,30	94,31
5	BUS3_MAJENE	BUS2_POLMAS	4,07	2,86	18,99	81,87
6	BUS4_PINRANG	BUS1_BAKARU	71,08	-18,71	283,40	-96,71
7	BUS5_PARE-PARE	BUS8_PANGKEP	7,40	-2,68	30,08	-94,03
		BUS4_PINRANG	95,73	-7,35	367,05	-99,71
		BUS2_POLMAS	55,24	-12,57	216,60	-97,51
8	BUS6_SUPPA	BUS5_PARE-PARE	19,98	5,83	79,45	96,00
9	BUS7_BARRU	BUS8_PANGKEP	27,27	-4,16	105,22	-98,86
		BUS5_PARE-PARE	13,31	-1,34	51,02	-99,50
10	BUS8_PANGKEP	BUS9_BOSOWA	13,97	25,68	111,84	47,79
11	BUS9_BOSOWA	BUS8_PANGKEP	13,88	-25,79	113,37	47,38
12	BUS10_TELLO	BUS9_BOSOWA	31,34	-8,58	125,75	-96,45
		BUS8_PANGKEP	16,06	-18,28	94,17	-66,00

		BUS12_PKANG	32,66	9,69	131,86	95,87
		BUS11_TLAMA	42,62	8,00	167,83	98,28
13	BUS11_TLAMA	BONTOALA150	36,10	11,19	146,68	95,52
		Bus33_TLAMA70	2,99	0,10	11,61	99,95
14	BUS12_PKANG	BUS10_TELLO	32,61	-9,81	132,11	95,76
15	BUS13_SGMNSA	BusBOLANGI	7,82	-0,50	30,24	-99,79
		BUS14_TBNGA	24,90	4,42	97,55	98,46
		BUS10_TELLO	124,29	8,68	480,57	99,76
16	BUS14_TBNGA	BUS13_SGMNSA	24,88	-4,51	97,71	98,40
17	BUS15_TLASA	BUS_PUNAGAYA	131,80	-24,49	509,73	98,32
		BUS13_SGMNSA	171,25	23,11	657,08	99,10
18	BUS16_SIDRAP	BUS5_PARE-PARE	61,80	-13,31	241,41	-97,76
		ENRKG	13,16	-0,02	50,25	100,00
		BUS17_MAKALE	20,21	3,38	78,26	98,63
19	BUS17_MAKALE	BUS18_PALOPO	15,06	4,60	60,99	95,64
		ENRKG	7,07	-4,32	32,09	85,35
20	BUS19_MAMUJU	BUS3_MAJENE	9,33	3,31	37,55	94,23
		BUS3_MAJENE	9,33	3,31	37,55	94,23
21	BUS20_SOPPENG	BUS16_SIDRAP	26,39	4,08	100,84	98,82
22	BUS21_SENGKANG	BUS16_SIDRAP	59,13	-0,32	224,58	100,00
		BUS20_SOPPENG	17,31	-12,77	81,71	-80,47
23	BUS22_BONE	BUS20_SOPPENG	5,69	12,93	52,73	40,26
24	BUS23_SINJAI	BUS22_BONE	9,36	-2,95	36,60	-95,37
25	BUS24_BLK MBA	BUS22_BONE	14,76	-1,36	54,84	-99,58



		BUS23_SINJAI	21,68	1,72	80,46	99,69
26	BUS25_JNPNT0	BUSBNTAENG	16,12	-9,82	70,60	-85,39
		BUS24_BLK MBA	26,11	-20,06	123,15	-79,30
		BD_JNPNT0	12,80	4,70	50,99	93,87
27	BusPLTUMamuju	BUS19_MAMUJU	20,31	5,95	79,44	95,96
28	BUS_PUNAGAYA	BUS25_JNPNT0	27,55	-12,87	113,92	-90,60
		BUS15_TLASA	132,64	29,62	509,19	97,60
29	ENRKG	BUS17_MAKALE	7,09	1,97	28,27	96,36
30	PLTBSidrap	BU28_MAROS	13,21	0,29	50,99	99,98
		BUS16_SIDRAP	2,25	-11,20	44,10	-19,72

- Jika dibandingkan analisis tersebut sebagai data setelah masuknya PLTB dengan analisis sebelum masuknya PLTB menggunakan data dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Muhammad Ruswandi Djalal & Yudhi Leo Chandra,2012). Maka yang terjadi adalah Daya Aktif (P) yang terjadi di setiap saluran mengalami kenaikan. Saluran yang mengalami kenaikan daya tertinggi yakni BUS7\_BARRU ke BUS8\_PANGKEP dengan kenaikan daya aktif (P) sebanyak 66,62 MW. Hal ini dapat dilihat pada table 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Hasil simulasi aliran daya sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada sebelum dan setelah masuknya PLTB

SALURAN		ALIRAN DAYA			
		Sebelum Masuknya PLTB		Setelah Masuknya PLTB	
Dari Bus	Ke Bus	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)
BUS28_MAROS	BUS13_SGMNSA	37,36	1,53	42,83	-2,63
BUS1_BAKARU	BUS2_POLMAS	11,8	-0,11	56,59	12,01
BUS3_MAJENE	BUS19_MAMUJU	3,93	0,52	4,07	2,86
BUS4_PINRANG	BUS5_PARE-PARE	6,99	0,95	71,08	-18,71
BUS5_PARE-PARE	BUS8_PANGKEP	42,76	-0,5	7,40	-2,68
BUS6_SUPPA	BUS5_PARE-PARE	28,46	4,3	19,98	5,83
BUS7_BARRU	BUS8_PANGKEP	62,46	-2,79	27,27	-4,16
BUS8_PANGKEP	BUS9_BOSOWA	27,59	4,17	13,97	25,68
BUS9_BOSOWA	BUS10_TELLO	6,91	-7,26	13,88	-25,79
BUS10_TELLO	BUS12_PKANG	14,93	-4,92	32,66	9,69
	BUS11_TLAMA	9,2	-1,72	42,62	8,00
BUS11_TLAMA	Bus33_TLAMA70	10,44	-5,14	2,99	0,10
BUS13_SGMNSA	BUS14_TBNGA	13,53	6,96	24,90	4,42
	BUS10_TELLO	40,07	7,35	124,29	8,68
BUS15_TLASA	BUS13_SGMNSA	12,4	9,32	171,25	23,11
BUS16_SIDRAP	BUS5_PARE-PARE	5,6	-4,39	61,80	-13,31
	BUS17_MAKALE	8,41	1,27	20,21	3,38
BUS17_MAKALE	BUS18_PALOPO	8,23	3,11	15,06	4,60
BUS20_SOPPENG	BUS16_SIDRAP	10,53	3,87	26,39	4,08
BUS21_SENGKANG	BUS16_SIDRAP	49,8	-1,8	59,13	-0,32
	BUS20_SOPPENG	33,65	-10,41	17,31	-12,77

- Jumlah *losses* yang didapat sebesar 12.123 kW, dimana *losses* terbesar terdapat pada saluran BAKARU-PINRANG yakni 1.662 kW, selain transmisi *losses* juga terdapat *losses* pada trafo. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran B3. Berikut pada table 4.5 yang menunjukkan *losses* yang terjadi pada saluran transmisi.

Tabel 4.5 Losses pada saluran transmisi sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar

NO	TRANSMISI LINE	LOSSES	
		kW	kvar
1	TELOLAMA-BONTOALA4	64,0768	-103,1
2	MAROS-BOLANGI	20,4674	-3423,6
3	MAROS-SUNGGUMINASA1	0,38356	-3577,1
4	SIDRAP-MAROS1	10,8645	-820,25
5	BAKARU-PINRANG	1662,49	5059,31
6	BAKARU-POLMAS	881,497	2489,23
7	POLMAS-MAJENE1	6,93801	-659,33
8	POLMAS-PARE	1152,06	2317,68
9	MAJENE-MAMUJU1	25,6558	-598,79
10	PINRANG-PARE	1261,56	3842,72
11	PARE-BARRU	40,37	-998,27
12	PARE-PANGKEP	26,6489	-2183,2
13	PARE-SIDRAPI	393,773	1186,23
14	SUPPA-PARE1	16,8107	-168,01
15	BARRU-PANGKEP	179,684	-498,15
16	PANGKEP-BOSOWA	93,3184	-114,66
17	PANGKEP-TELLO	137,747	-631,84
18	BOSOWA-TELLO	178,653	-25,277
19	TELLO-PANAKUKKANG1	55,5004	-120,06
20	TELLO-SUNGGUMINASA1	300,038	1831,26
21	TELLO-TELOLAMA1	69,0172	25,4746
22	MAROS-SGMNSA	17,1501	-3451,2
23	SUNGGUMINASA-TNJUNGBUNGA1	22,7612	-86,716
24	TALLASA-SUNGGUMINASA1	1413,88	9011,84
25	TALLASA-PUNAGAYA	849,596	5122,88
26	SIDRAO-SENGKANG1	358,443	1237,18

27	SIDRAP-ENRKG	53,9369	-2174,6
28	SIDRAP-MAKALE1	132,788	-1679,9
29	SIDRAP-SENGKANG2	358,443	1237,18
30	SIDRAP-SOPPENG1	194,753	-225,06
31	MAKALE-PALOPO1	49,5934	-263,25
32	SIDRAP-ENRKG2	18,931	-2349,8
33	Linemaju	113,131	-295,92
34	SOPPENG-BONE1	45,6797	-783,58
35	SOPPENG-SENGKANG1	46,2633	-651,54
36	BONE-BULUKUMBA	144,859	-1651,9
37	BONE-SINJAI	35,5433	-1069,1
38	SINJAI-BULUKUMBA	136,89	-473,88
39	BNTAENG-BULUKUMBA4	46,9618	-557,06
40	JENEPONTO-BULUKUMBA1	245,555	159,476
41	BNTAENG-JNPNT0	80,1965	-430,04
42	JENEPONTO-PNGYA	29,278	-275,28
43	PANGKEP70-MANDAI1	44,7319	-17,921
44	PANGKEP70-TONASA701	21,0497	-11,209
45	MANDAI-DAYA	16,4574	-20,003
46	MANDAI-TELLO70	56,8898	54,104
47	DAYA-TELLO70	144,823	215,283
48	TELLO70-BORONGLOE	22,1431	-10,251
49	TELOLAMA-BONTOALA1	1,83994	-44,748
50	TELLO30-BARAWAJA	842,88	1192,8



#### 4.3.1.2. Daya Aktif dan Daya Reaktif pada Bus Loading

Dari hasil simulasi menggunakan ETAP dengan metode Newton Rapshon, maka dapat dilihat perbedaan daya aktif, daya reaktif dan PF (Power Faktor) yang terjadi disetiap saluran.

- Bus Loading yang memiliki daya aktif terbesar terdapat pada bus Loading BOSOWA yakni sebesar 231,5 MW dengan daya reaktif 45 MVar dan Power Faktor 98,16%, sedangkan untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada table 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Hasil Aliran Daya bus Loading sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar

NO	ID BUS	RATING (kV)	ALIRAN DAYA		ARUS (A)	PF (%)
			Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)		
1	BD1_BNTLA	20	5,97	0,00	169,83	100,00
2	BD1_BONE	20	6,27	1,97	186,42	95,41
3	BD1_DAYA	20	11,63	0,00	332,35	100,00
4	BD1_MNDAI	20	7,98	2,56	243,70	95,22
5	BD1_PLPO	20	15,47	0,30	455,93	99,98
6	BD1_PNGAYA	20	0,74	0,11	20,95	98,99
7	BD1_PNKNG	20	16,74	3,14	504,16	98,29
8	BD1_PNRNG	20	24,38	6,34	737,85	96,78
9	BD1_TLAMA	20	12,22	4,02	381,95	95,00
10	BD1_TLLASA	20	16,04	4,58	492,78	96,15
11	BD2_BONE	20	6,28	1,97	186,44	95,41
12	BD2_DAYA	20	11,86	4,53	373,28	93,41
13	BD2_MNDAI	20	11,02	0,00	316,45	100,00
14	BD2_PLPO	20	14,52	6,16	460,44	92,06
15	BD2_PNKNG	20	17,80	4,14	543,65	97,40
16	BD2_PNRNG	20	1,00	0,01	28,89	100,00
17	BD2_TLAMA	20	30,74	4,28	895,96	99,04
18	BD3_PNKNG	20	30,59	7,69	934,22	96,98
19	BD_5	20	95,00	9,50	2710,11	99,50

20	BD_9	20	89,80	15,00	2529,05	98,63
21	BD_10	20	231,50	45,00	6544,86	98,16
22	BD_BARRU	20	4,53	1,35	136,59	95,85
23	BD_BKRU	20	1,00	0,00	28,87	100,00
24	BD_BLK MBA	20	0,74	1,61	49,68	41,63
25	BD_BNTAENG	20	6,17	1,17	176,66	98,24
26	BD_BOLANGI	20	16,41	3,79	499,20	97,43
27	BD_BOSOWA	11	44,91	9,84	2723,44	97,68
28	BD_BRLOE	20	6,14	0,85	174,29	99,06
29	BD_BRWJA	20	22,67	0,01	688,55	100,00
30	BD_ENRKG	20	6,01	0,00	173,39	100,00
31	BD_JNPNT0	20	12,79	3,63	382,45	96,21
32	BD_MJENE	20	10,45	1,42	305,25	99,09
33	BD_MKLE	20	2,97	0,13	86,33	99,91
34	BD_MMUJU	20	21,72	2,83	640,69	99,16
35	BD_MROS	20	16,93	4,82	522,47	96,17
36	BD_PARE	20	17,63	4,07	527,82	97,44
37	BD_PLMAS	20	4,75	1,52	144,74	95,23
38	BD_PNGKEP	20	24,96	10,98	854,36	91,54
39	BD_SDRP	20	17,40	5,68	547,79	95,07
40	BD_SGMNSA	20	34,28	0,97	997,42	99,96
41	BD_SIWA	20	6,25	1,41	184,16	97,54
42	BD_SNGKNG	20	19,49	5,37	601,34	96,41
43	BD_SNJAI	20	12,18	4,12	370,12	94,72
44	BD_SPPENG	20	6,97	5,41	248,57	79,01
45	BD_TBNGA	20	49,64	0,99	1465,58	99,98
46	BD_TELLO	20	35,31	14,13	1138,94	92,85
47	BD_TELLO2	20	35,97	8,65	1102,03	97,23
48	BD_TONASA	20	2,33	21,83	656,16	10,62

(Ket: **BD = BUS DISTRIBUSI**)

- Selanjutnya, membandingkan hasil simulasi analisis daya aliran pada bus *loading* sebelum masuk dan setelah masuknya PLTB dengan mengambil data perbandingan dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Muhammad Ruswandi Djalal & Yudhi Leo Chandra,2012).

- Total Daya Aktif (P) yang terjadi pada bus *loading* sebelum masuknya PLTB pada sistem interkoneksi 150 kV adalah 455,61 MW, sedangkan Total Daya Aktif (P) setelah masuknya PLTB adalah 610,31 MW, selengkapnya dapat dilihat pada table 4.7.

Tabel 4.7 Hasil simulasi aliran daya bus *loading* sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada sebelum dan setelah masuknya PLTB

NO	BUS	RATING (kV)	ALIRAN DAYA			
			Sebelum Masuknya PLTB		Setelah Masuknya PLTB	
			Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)
1	BD1_BNTLA	20	7,99	0,00	5,97	0,00
2	BD1_BONE	20	4,04	1,71	6,27	1,97
3	BD1_DAYA	20	11,45	0,01	11,63	0,00
4	BD1_MNDAI	20	7,86	1,52	7,98	2,56
5	BD1_PLPO	20	12,78	4,91	15,47	0,30
6	BD1_PNKNG	20	3,79	3,08	16,74	3,14
7	BD1_PNRNG	20	12,51	2,14	24,38	6,34
8	BD1_TLAMA	20	12,08	3,97	12,22	4,02
9	BD1_TLLASA	20	0,68	0,10	16,04	4,58
10	BD2_BONE	20	10,24	4,09	6,28	1,97
11	BD2_DAYA	20	11,68	4,46	11,86	4,53
12	BD2_MNDAI	20	10,86	0,01	11,02	0,00
13	BD2_PLPO	20	8,72	1,74	14,52	6,16
14	BD2_PNKNG	20	13,86	4,06	17,80	4,14
15	BD2_PNRNG	20	7,23	4,68	1,00	0,01
16	BD2_TLAMA	20	19,40	1,58	30,74	4,28
17	BD3_PNKNG	20	26,44	7,54	30,59	7,69
18	BD_BARRU	20	4,23	1,25	4,53	1,35
19	BD_BKRU	20	2,29	0,19	1,00	0,00
20	BD_BLKMBA	20	9,13	2,00	0,74	1,61
21	BD_BOSOWA	11	20,56	9,96	44,91	9,84
22	BD_BRLOE	20	7,09	9,96	6,14	0,85
23	BD_BRWJA	20	5,23	0,00	22,67	0,01

24	BD_JNPNT0	20	9,74	3,46	12,79	3,63
25	BD_MJENE	20	5,21	1,73	10,45	1,42
26	BD_MKLE	20	3,81	1,67	2,97	0,13
27	BD_MMUJU	20	7,85	1,91	21,72	2,83
28	BD_MROS	20	4,90	2,16	16,93	4,82
29	BD_PARE	20	20,00	4,40	17,63	4,07
30	BD_PLMAS	20	6,63	2,40	4,75	1,52
31	BD_PNGKEP	20	13,38	6,56	24,96	10,98
32	BD_SDRP	20	12,21	5,83	17,40	5,68
33	BD_SGMNSA	20	11,90	4,30	34,28	0,97
34	BD_SNGKNG	20	11,72	5,44	19,49	5,37
35	BD_SNJAI	20	5,75	3,33	12,18	4,12
36	BD_SPPENG	20	14,00	7,40	6,97	5,41
37	BD_TBNGA	20	27,00	11,24	49,64	0,99
38	BD_TELLO	20	34,55	13,82	35,31	14,13
39	BD_TONASA	20	36,64	21,33	2,33	21,83

#### 4.3.2. Hasil Simulasi Tegangan di setiap Bus

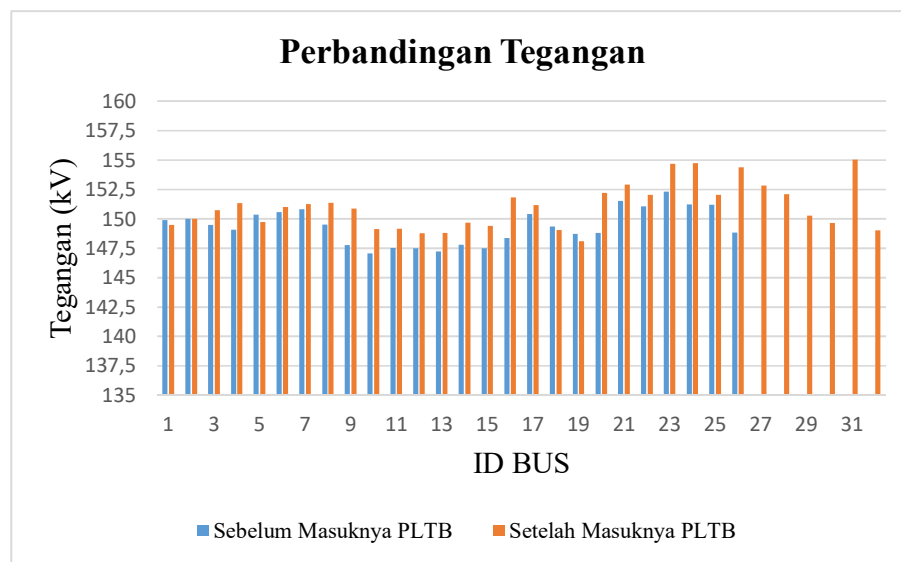
Tegangan yang diperoleh dari hasil simulasi aliran daya tiap bus pada sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar setelah masuknya PLTB dapat dilihat pada table 4.5 berikut ini dan sebagai data pembanding maka diambil data hasil tegangan dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Muhammad Ruswandi Djalal & Yudhi Leo Chandra,2012). Sehingga dapat disimpulkan:

- Bus 150 kV tegangan terbesar sebelum masuknya PLTB terjadi pada BUS22\_BONE sebesar 152,31 kV atau 101,54%, sedangkan tegangan terbesar setelah masuknya PLTB terjadi pada BUS24\_BLKMB sebesar 152,31 kV atau 104,02 %.
- Adapun nilai tegangan terkecil sebelum masuknya PLTB terjadi pada BUS9\_BOSOWA dengan nilai 147,071kV atau 98,05%, sedangkan untuk



tegangan setelah masuknya PLTB terjadi pada BUS18\_PALOPO dengan tegangan 148,091 kV atau 98,72%.

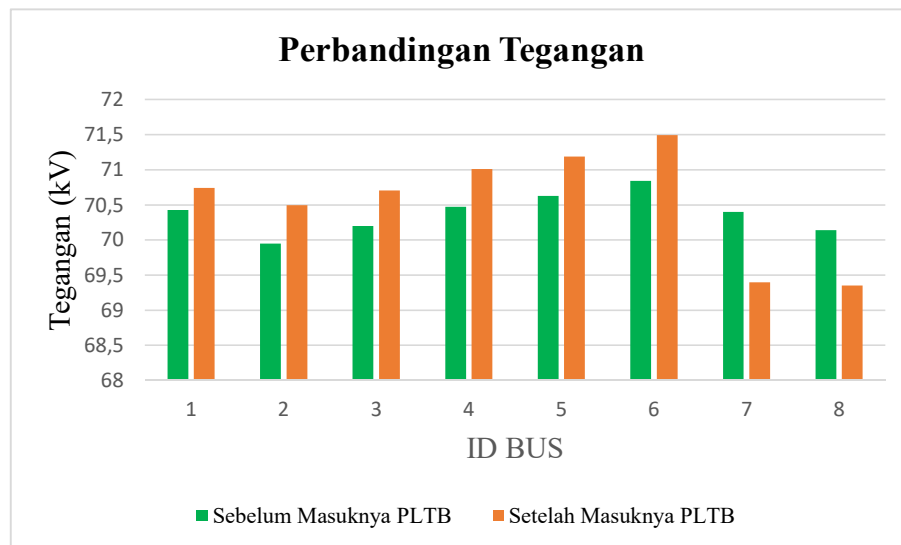
- Nilai tegangan yang sama dengan data PT.PLN terjadi pada BUS1\_BAKARU dengan nilai 150 kV atau 100%. Berikut merupakan gambar grafik dari hasil analisis 150 kV. Hal ini dapat dilihat pada gambar serta table berikut.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan tegangan 150kV dari analisis aliran Daya dan data dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Djalal dkk,2012).

- Pada Bus 70 kV, tegangan terbesar sebelum masuknya PLTB terjadi pada Bus31\_TELLO70 sebesar 70,625 kV atau 100,89%, sedangkan tegangan terbesar setelah masuknya PLTB terjadi pada BUS32\_BRLOE dengan nilai tegangan 71,493 kV atau 102,13%.

- Adapun nilai tegangan terkecil sebelum masuknya PLTB terjadi pada BUS27\_TNASA70 dengan nilai 69,951 kV atau 99,93%, sedangkan untuk tegangan setelah masuknya PLTB terjadi pada BUS34\_BNTLA dengan nilai tegangan 69,351 kV atau 99,07%. Hal ini dapat dilihat pada gambar serta grafik dibawah.



Gambar 4.13 Grafik perbandingan tegangan 70kV dari analisis aliran Daya dan data dari “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP” (Djalal dkk,2012).

Tabel 4.8 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar

NO	ID BUS	RATING (kV)	HASIL ANALISA			
			Sebelum Masuknya PLTB		Setelah Masuknya PLTB	
			kV	%	kV	%
1	BU28_MAROS	150	149,895	99,93	149,475	99,65
2	BUS1_BAKARU	150	150	100	150	100,00
3	BUS2_POLMAS	150	149,511	99,67	150,721	100,48
4	BUS3_MAJENE	150	149,086	99,39	151,33	100,89
5	BUS4_PINRANG	150	150,38	100,25	149,729	99,82
6	BUS5_PARE-PARE	150	150,572	100,38	151,015	100,68
7	BUS6_SUPPA	150	150,831	100,55	151,256	100,84
8	BUS7_BARRU	150	149,536	99,69	151,368	100,91
9	BUS8_PANGKEP	150	147,783	98,52	150,894	100,60
10	BUS9_BOSOWA	150	147,071	98,05	149,154	99,44
11	BUS10_TELLO	150	147,537	98,36	149,165	99,44
12	BUS11_TLAMA	150	147,51	98,35	148,775	99,18
13	BUS12_PKANG	150	147,23	98,15	148,805	99,20
14	BUS13_SGMNSA	150	147,802	98,53	149,679	99,79
15	BUS14_TBNGA	150	147,501	98,33	149,404	99,60
16	BUS15_TLASA	150	148,379	98,92	151,836	101,22
17	BUS16_SIDRAP	150	150,425	100,28	151,189	100,79
18	BUS17_MAKALE	150	149,339	99,56	149,041	99,36

19	BUS18_PALOPO	150	148,745	99,16	148,091	98,73
20	BUS19_MAMUJU	150	148,809	99,21	152,199	101,47
21	BUS20_SOPPENG	150	151,512	101,01	152,917	101,94
22	BUS21_SENGKANG	150	151,064	100,71	152,022	101,35
23	BUS22_BONE	150	152,315	101,54	154,696	103,13
24	BUS23_SINJAI	150	151,244	100,83	154,735	103,16
25	BUS24_BLK MBA	150	151,217	100,81	156,031	104,02
26	BUS25_JNPNT0	150	148,83	99,22	154,396	102,93
27	BUS26_PLTUMamuju	150	-	-	153,831	103,37
28	BUS27_PUNAGAYA	150	-	-	154,103	102,74
29	BUS28_ENRKG	150	-	-	150,27	100,18
30	BUS29_PLTBSidrap	150	-	-	149,643	99,76
31	BUSBNTAENG	150	-	-	155,048	103,37
32	BusBOLANGI	150	-	-	149,014	99,34
33	BUS26_PANGKEP70	70	70,424	100,61	70,744	101,06
34	BUS27_TNASA70	70	69,951	99,93	70,493	100,70
35	BUS29_MNDAI	70	70,2	100,29	70,702	101,00
36	BUS30_DAYA	70	70,473	100,68	71,012	101,45
37	Bus31_TELLO70	70	70,625	100,89	71,189	101,70
38	BUS32_BRLOE	70	70,84	101,1	71,493	102,13
39	Bus33_TLAMA70	70	70,4	100,57	69,396	99,14
40	BUS34_BNTLA	70	70,139	100,2	69,351	99,07
41	Bus35_TELLO30A	30	29,43	98,1	29,411	98,04

➤ Sedangkan Bus setelah masuknya PLTB yang mengalami *Critical Voltage Condition* terdapat pada dua bus distribus, antara lain:

1. Bus Distribusi Bosowa 11 kV sebesar 9,7475 kV atau 88,61% yang mengalami *Under Voltage Condition*.
2. Bus Distribusi Pangkep 20 kV sebesar 18,429 kV atau 92,14% yang mengalami *Under Voltage Condition*.

Tabel 4.9 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar setelah masuknya PLTB yang mengalami *Critical Voltage Condition*

ID BUS	RATING (kV)	TEGANGAN		KONDISI
		kV	%	
BD_BOSOWA	11	9,7475	88,6136	Under Voltage
BD_PNGKEP	20	18,4295	92,1475	Under Voltage

➤ Untuk kejadian *Marginal Voltage Condition* dapat dilihat pada table dibawah ini. Dimana untuk kondisi ini, tegangan masih dalam *Standart Voltage* yakni +5% dan -5% sehingga masih diperbolehkan untuk beroperasi. Berikut hasil perhitungan tegangan masing-masing bus yang mengalami *Under Voltage* atau *Over Voltage Condition*.

Tabel 4.10 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar setelah masuknya PLTB yang mengalami *Marginal Voltage Condition*

ID BUS	RATING (kV)	TEGANGAN		KONDISI
		kV	%	
BD1_PLPO	20	19,5978	97,9889	<i>Under Voltage</i>
BD1_PNGAYA	20	20,5334	102,667	<i>Over Voltage</i>
BD1_PNKNG	20	19,506	97,53	<i>Under Voltage</i>
BD1_TLAMA	20	19,4464	97,2321	<i>Under Voltage</i>
BD1_TLLASA	20	19,5401	97,7006	<i>Under Voltage</i>
BD2_PNKNG	20	19,4102	97,0508	<i>Under Voltage</i>
BD3_PNKNG	20	19,4937	97,4685	<i>Under Voltage</i>
BD_9	20	20,7842	103,921	<i>Over Voltage</i>
BD_10	20	20,8039	104,019	<i>Over Voltage</i>
BD_BLKMBA	20	20,613	103,065	<i>Over Voltage</i>
BD_BNTAENG	20	20,5146	102,573	<i>Over Voltage</i>
BD_BOLANGI	20	19,4795	97,3976	<i>Over Voltage</i>
BD_BRLOE	20	20,5373	102,687	<i>Over Voltage</i>
BD_BRWJA	20	19,0058	95,0288	<i>Under Voltage</i>
BD_MROS	20	19,4486	97,2432	<i>Under Voltage</i>
BD_SDRP	20	19,2944	96,4719	<i>Under Voltage</i>
BD_SNGKNG	20	19,4049	97,0242	<i>Under Voltage</i>
BD_SPPENG	20	20,4878	102,439	<i>Over Voltage</i>
BD_TBNGA	20	19,5604	97,8022	<i>Under Voltage</i>
BD_TELLO	20	19,2802	96,4011	<i>Under Voltage</i>
BD_TELLO2	20	19,3837	96,9186	<i>Under Voltage</i>
BD_TONASA	20	19,3177	96,5885	<i>Under Voltage</i>

#### 4.4. Hasil Simulasi Aliran Daya Kontingensi N-1 Setelah Masuknya PLTB

Pada analisis simulasi kontingensi dari sistem interkoneksi Sulselrabar 150 kV setelah masuknya PLTB ini dibuat untuk mengetahui kondisi tegangan dan arus pada saat ada beban yang terlepas. Simulasi kali ini melepas beban pada jalur tengah sistem Sulselrabar yaitu Maros dan Sidrap. Maka didapatkan hasil sebagai berikut.

#### **4.4.1. Hasil Simulasi Daya Aktif dan Daya Reaktif**

Setelah memutus beban dari Maros dan Sidrap, makas dilakukan simulasi kembali seperti saat keadaan normal, sehingga menghasilkan data Daya aktif, Daya Reaktif, Arus serta Efisiensi Power Faktor yang mengalir di setiap saluran diberikan dalam tabel 4.8. dan table 4.9.

##### **4.4.1.1. Daya Aktif dan Daya Reaktif Sistem Interkoneksi 150 kV Sulselrabar**

###### **Kontingensi N-1**

Hasil dari analisis simulasi aliran daya kontingensi N-1 dapat menghasilkan simpulan data sebagai berikut,

- Total daya aktif yang terdapat pada saluran pada kondisi kontingensi yaitu 1508,10 MW, dimana daya aktif yang paling besar, yaitu 171,67 MW dari BUS15\_TLASA ke BUS13\_SGMNSA.
- Daya reaktif terbesar yaitu 30,45 MVar dari BUS\_PUNAGAYA ke BUS15\_TLASA
- Efisiensi Power Faktor tertinggi mencapai 100% terjadi di sua saluran, yakni BUS5\_PAREPARE ke BUS4\_PINRANG dan BUS21\_SENGKANG ke BU16\_SIDRAP, sedangkan efesiensi terendah terjadi pada saluran BUS22\_BONE ke BUS20\_SOPPENG yakni sebesar 29,46%.

Untuk hasil aliran daya dari selengkapnya dapat dilihat pada table 4.11 berikut ini,

Tabel 4.11 Hasil simulasi aliran daya setiap bus sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada kontingensi N-1

NO	SALURAN		ALIRAN DAYA		ARUS (A)	PF (%)
	Dari Bus	Ke Bus	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)		
1	BU28_MAROS	BusBOLANGI	12,16	-0,24	45,98	-99,98
		BUS13_SGMNSA	7,22	-0,53	27,37	-99,73
2	BUS1_BAKARU	BUS2_POLMAS	64,10	8,71	248,97	-99,09
3	BUS2_POLMAS	BUS1_BAKARU	65,20	-5,44	249,26	-99,65
4	BUS3_MAJENE	BUS2_POLMAS	3,91	2,85	18,36	80,76
5	BUS4_PINRANG	BUS1_BAKARU	82,32	-12,42	318,01	-98,88
6	BUS5_PARE-PARE	BUS8_PANGKEP	8,88	-3,58	36,08	-92,76
		BUS4_PINRANG	107,72	0,08	406,02	100,00
		BUS2_POLMAS	63,64	-7,48	241,53	-99,32
7	BUS6_SUPPA	BUS5_PARE-PARE	19,98	5,86	78,37	95,96
8	BUS7_BARRU	BUS8_PANGKEP	28,70	-5,01	109,52	-98,51
		BUS5_PARE-PARE	11,75	-0,44	44,20	-99,93
9	BUS8_PANGKEP	BUS9_BOSOWA	14,69	25,52	111,01	49,89
10	BUS10_TELLO	BUS9_BOSOWA	30,72	-8,69	121,71	-96,23
		BUS8_PANGKEP	15,28	18,30	90,87	-64,10
		BUS12_PKANG	33,66	9,99	133,87	95,87
		BUS11_TLAMA	44,77	10,14	175,01	97,53
11	BUS11_TLAMA	BONTOALA150	37,19	11,53	148,88	95,52
		Bus33_TLAMA70	3,08	0,10	11,78	99,95



12	BUS13_SGMNSA	BusBOLANGI	4,92	-1,62	19,68	-95,01
		BUS14_TBNGA	25,68	4,56	99,07	98,46
		BUS10_TELLO	128,07	11,32	488,31	99,61
13	BUS15_TLASA	BUS13_SGMNSA	171,68	24,07	649,13	99,03
14	BUS16_SIDRAP	BUS5_PARE-PARE	73,89	-7,48	278,78	-99,49
		ENRKG	9,87	0,32	37,08	99,95
		BUS17_MAKALE	19,70	4,52	75,88	97,47
15	BUS17_MAKALE	BUS18_PALOPO	16,10	5,40	64,77	94,81
16	BUS19_MAMUJU	BUS3_MAJENE	9,22	3,31	36,95	94,12
17	BUS20_SOPPENG	BUS16_SIDRAP	25,38	4,48	95,68	98,48
18	BUS21_SENGKANG	BUS16_SIDRAP	58,06	-0,06	216,75	100,00
		BUS20_SOPPENG	17,95	-12,98	82,68	-81,03
19	BUS22_BONE	BUS20_SOPPENG	4,16	13,49	51,80	29,47
20	BUS23_SINJAI	BUS22_BONE	7,92	-2,99	31,09	-93,57
21	BUS24_BLK MBA	BUS22_BONE	13,52	-1,39	49,50	-99,47
		BUS23_SINJAI	20,71	1,79	75,71	99,63
22	BUS25_JNPNT0	BUSBNTAENG	15,62	-10,15	68,61	-83,84
		BUS24_BLK MBA	24,88	-20,74	119,27	-76,82
23	BusPLTUMamuju	BUS19_MAMUJU	20,31	5,97	79,05	95,94
24	BUS_PUNAGAYA	BUS25_JNPNT0	26,88	-13,32	110,69	-89,60
		BUS15_TLASA	133,31	30,46	504,56	97,49
25	ENRKG	BUS17_MAKALE	9,84	2,72	38,56	96,38
26	PLTBSidrap	BU28_MAROS	9,69	-1,28	36,96	-99,14
		BUS16_SIDRAP	5,78	-9,58	42,30	-51,66

#### 4.4.1.2. Daya Aktif dan Daya Reaktif pada Bus *Loading*

Dari hasil simulasi menggunakan ETAP dengan metode Newton Rapshon, maka dapat dilihat perbedaan daya aktif, daya reaktif dan PF (Power Faktor) yang terjadi disetiap saluran. Total daya aktif (P) yang terdapat pada bus *Loading* adalah 1077,21 MW. Adapun Bus *Loading* yang memiliki daya aktif terbesar terdapat pada bus *Loading* BD\_10 yakni sebesar 231,50 MW dengan daya reaktif (Q) 45 MVar dan Power Faktor 98,16%, sedangkan untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada table 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Hasil simulasi aliran daya setiap bus *loading* sistem interkoneksi 150 kV Sulselrabar pada kontingensi N-1

NO	ID BUS	RATING (kV)	ALIRAN DAYA		ARUS (A)	PF (%)
			Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)		
1	BD1_BNTLA	20	6,15	0,00	172,37	100,00
2	BD1_BONE	20	6,49	-2,04	189,56	95,41
3	BD1_DAYA	20	11,98	0,00	337,37	100,00
4	BD1_MNDAI	20	8,22	-2,64	247,38	95,22
5	BD1_PLPO	20	17,10	-1,31	501,45	99,71
6	BD1_PNGAYA	20	0,76	-0,11	21,28	98,99
7	BD1_PNKNG	20	17,26	-3,23	511,85	98,29
8	BD1_PNRNG	20	24,84	-6,46	744,83	96,78
9	BD1_TLAMA	20	12,48	-4,10	384,16	95,00
10	BD1_TLLASA	20	16,54	-4,73	500,41	96,15
11	BD2_BONE	20	6,49	-2,04	189,58	95,41
12	BD2_DAYA	20	12,22	-4,67	378,92	93,41
13	BD2_MNDAI	20	11,36	0,00	321,24	100,00
14	BD2_PLPO	20	14,96	-6,35	467,43	92,06
15	BD2_PNKNG	20	18,35	-4,27	551,95	97,40
16	BD2_PNRNG	20	1,00	-0,01	28,62	100,00
17	BD2_TLAMA	20	33,50	1,15	967,72	-99,94
18	BD3_PNKNG	20	31,53	-7,93	948,48	96,98
19	BD_5	20	95,00	9,50	2668,99	99,50

20	BD_9	20	89,80	15,00	2491,36	98,63
21	BD_10	20	231,50	45,00	6447,68	98,16
22	BD_BARRU	20	4,66	-1,39	138,58	95,85
23	BD_BKRU	20	1,00	0,00	28,87	100,00
24	BD_BLKMBA	20	0,48	-1,73	49,37	-26,59
25	BD_BNTAENG	20	6,40	-1,21	180,45	98,26
26	BD_BOLANGI	20	17,02	-3,93	508,38	97,43
27	BD_BOSOWA	11	45,04	-9,87	2684,87	97,68
28	BD_BRLOE	20	6,11	0,85	170,98	99,04
29	BD_BRWJA	20	23,36	-0,01	699,06	100,00
30	BD_JNPNT0	20	13,19	-3,74	388,35	96,21
31	BD_MJENE	20	10,56	-1,43	306,88	99,09
32	BD_MKLE	20	2,82	-0,55	82,43	-98,18
33	BD_MMUJU	20	21,95	-2,86	644,05	99,16
34	BD_MROS	20	-	-	-	-
35	BD_PARE	20	18,14	-4,19	535,35	97,44
36	BD_PLMAS	20	4,80	-1,54	145,53	95,23
37	BD_PNGKEP	20	25,72	-11,31	867,24	91,54
38	BD_SDRP	20	-	-	-	-
39	BD_SGMNSA	20	35,35	-1,00	1012,94	99,96
40	BD_SIWA	20	6,46	-1,46	187,34	97,54
41	BD_SNGKNG	20	20,16	-5,55	611,73	96,41
42	BD_SNJAI	20	12,66	-4,27	378,40	94,76
43	BD_SPPENG	20	6,74	5,34	238,69	78,38
44	BD_TBNGA	20	51,20	-1,02	1488,39	99,98
45	BD_TELLO	20	36,40	-14,56	1156,32	92,85
46	BD_TELLO2	20	37,06	-8,91	1118,53	97,23
47	BD_TONASA	20	2,40	-22,50	666,14	10,62

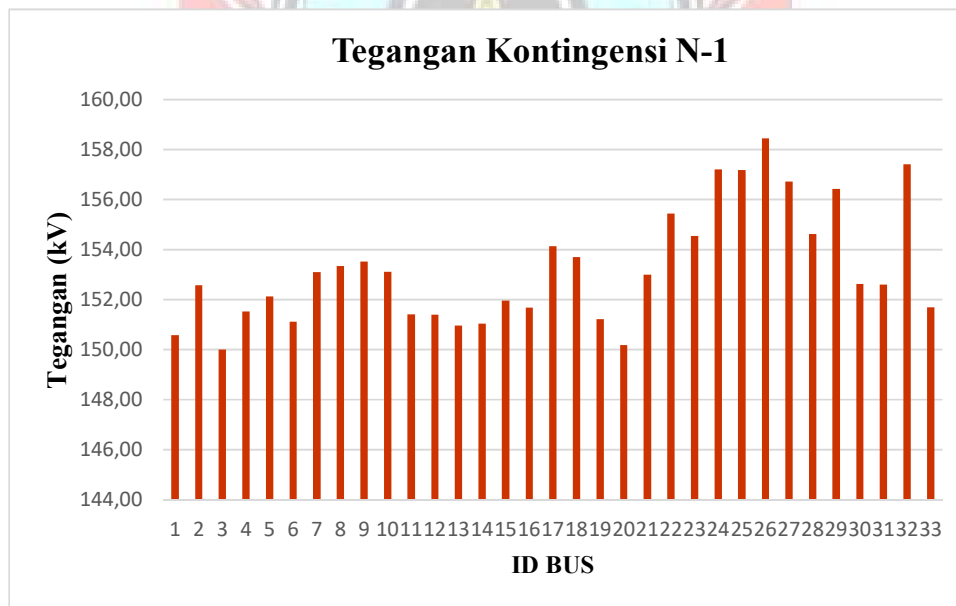
#### 4.4.2. Hasil Simulasi Tegangan di setiap Bus Saat Kontingensi N-1 Sistem Sulselrabar 150 kV

Tegangan di setiap bus 150 kV sistem Sulselrabar saat Beban Maros dan Sidrap, adapun perubahan tegangan pada seluruh sistem sulserabar dapat dilihat dalam tabel 4.13.

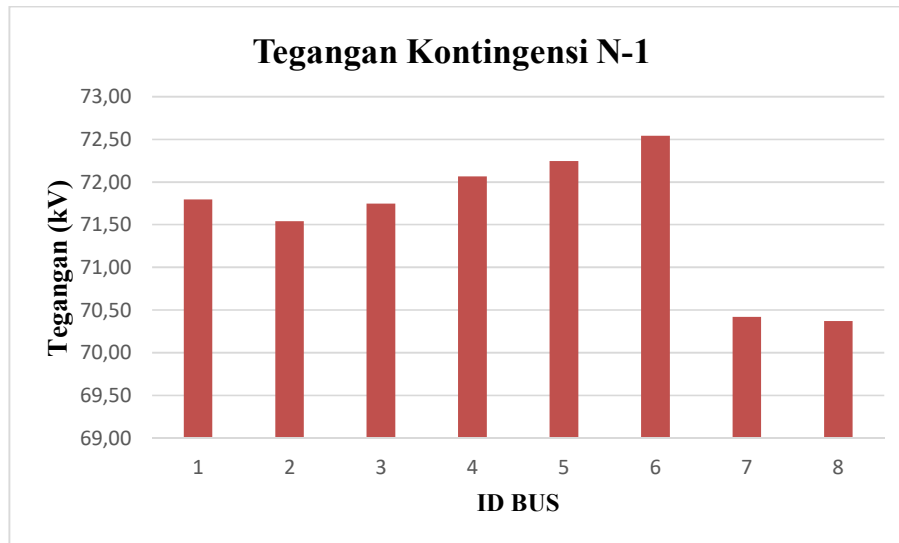
Tabel 4.13 Tegangan setiap bus kondisi normal dan kontingensi N-1

N	ID BUS	RATING (kV)	HASIL ANALISA	
			KONTINGENSI N-1	
			kV	%
1	BONTOALA150	150	150,58	100,41
2	BU28_MAROS	150	152,57	101,77
3	BUS1_BAKARU	150	150,00	100,00
4	BUS2_POLMAS	150	151,53	101,03
5	BUS3_MAJENE	150	152,13	101,42
6	BUS4_PINRANG	150	151,12	100,76
7	BUS5_PARE-PARE	150	153,10	102,11
8	BUS6_SUPPA	150	153,343	102,27
9	BUS7_BARRU	150	153,521	102,39
10	BUS8_PANGKEP	150	153,119	102,11
11	BUS9_BOSOWA	150	151,404	100,97
12	BUS10_TELLO	150	151,399	100,96
13	BUS11_TLAMA	150	150,966	100,67
14	BUS12_PKANG	150	151,033	100,72
15	BUS13_SGMNSA	150	151,964	101,34
16	BUS14_TBNGA	150	151,684	101,15
17	BUS15_TLASA	150	154,143	102,79
18	BUS16_SIDRAP	150	153,711	102,54
19	BUS17_MAKALE	150	151,215	100,93
20	BUS18_PALOPO	150	150,183	100,23
21	BUS19_MAMUJU	150	152,992	102,00
22	BUS20_SOPPENG	150	155,438	103,69
23	BUS21_SENGKANG	150	154,548	103,10
24	BUS22_BONE	150	157,212	104,87
25	BUS23_SINJAI	150	157,181	104,84
26	BUS24_BLK MBA	150	158,442	105,67
27	BUS25_JNPNT0	150	156,724	104,52

28	BUS26_PLTUMamuju	150	154,618	103,08
29	BUS27_PUNAGAYA	150	156,42	104,31
30	BUS28_ENRKG	150	152,62	101,96
31	BUS29_PLTBSidrap	150	152,604	101,79
32	BUSBNTAENG	150	157,42	104,98
33	BusBOLANGI	150	151,69	101,17
34	BUS26_PANGKEP70	70	71,80	102,60
35	BUS27_TNASA70	70	71,54	102,24
36	BUS29_MNDAI	70	71,75	102,53
37	BUS30_DAYA	70	72,06	102,98
38	Bus31_TELLO70	70	72,24	103,24
39	BUS32_BRLOE	70	72,54	103,66
40	Bus33_TLAMA70	70	70,42	100,62
41	BUS34_BNTLA	70	70,37	100,56
42	Bus35_TELLO30A	30	29,85	99,53



Gambar 4.14 Grafik Tegangan di Bus 150 kV sistem pada saat Pelepasan Beban Maros dan Sidrap



Gambar 4.14 Grafik Tegangan di Bus 70 kV sistem Sulselrabar pada saat Pelepasan Beban Maros dan Sidrap

#### 4.4.3. Analisis Tegangan *Critical* dan *Marginal Voltage Condition* pada kontingensi N-1

*Critical Voltage Condition* merupakan kondisi dimana tegangan yang terdapat di bus tersebut tidak dapat ditoleransi dikarenakan lewat dari standar batas PLN, sedangkan *Marginal Voltage Condition*, dimana kondisi ini bus dalam keadaan *over voltage* namun masih dalam batas yang diijinkan. Terlihat pada grafik bahwa banyak bus yang mengalami *over voltage* karena adanya drop tegangan akibat lepasnya beban besar pada Maros dan Sidrap. Bus yang mengalami *Marginal Over Voltage* dapat dilihat pada table 4.9.

- Bus 170 kV yang mengalami *Critical Voltage Condition* terdapat pada BUS24\_BLK MBA dengan tegangan 158,442 kV atau 105,6712%.
- Untuk Bus 70 kV, tidak ada yang mengalami *Critical Voltage Condition*.

- Sedangkan untuk Bus Distribusi, Bus yang mengalami *Critical Voltage Condition* BD\_9, BD\_10, BD\_BOSOWA, BD\_PANGKEP.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada table 4.9.

Tabel 4.14 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar yang mengalami *Critical Voltage Condition*

ID BUS	RATING (kV)	TEGANGAN		KONDISI
		kV	%	
BUS24_BLK MBA	150	158,442	105,6712	Over Voltage
BD_9	20	21,092	105,4933	Under Voltage
BD_10	20	21,111	105,587	Over Voltage
BD_BOSOWA	11	9,912	90,1367	Under Voltage
BD_PNGKEP	20	18,701	93,53681	Under Voltage
BUS37_BWAJA	30	28,49	94,99479	Under Voltage

- Bus 170 kV yang mengalami *Marginal Voltage Condition* terdapat pada BUS5\_PARE-PARE, BUS6\_SUPPA, BUS7\_BARRU, BUS8\_PANGKEP, BUS15\_TLASA, BUS16\_SIDRAP, BUS20\_SOPPENG, BUS21\_SENGKANG, BUS22\_BONE, BUS23\_SINJAI, BUS25\_JNPNTO, BUSBNTAENG, BusPLTUMamuju, BUS\_PUNAGAYA, lebih jelasnya terlihat pada table 4.10.
- Untuk Bus 70 kV, terdapat 6 bus yang mengalami *Marginal Voltage Condition*.
- Sedangkan untuk Bus Distribusi, Bus yang mengalami *Marginal Voltage Condition* terdiri dari 14 bus.
- Jumlah Bus yang mengalami *Marginal Voltage Condition* adalah 34 bus dimana 30 mengalami *Over Voltage* dan 4 *Under Voltage*.

Tabel 4.15 Hasil simulasi tegangan sistem interkoneksi 150kV Sulselrabar yang mengalami *Marginal Voltage Condition*

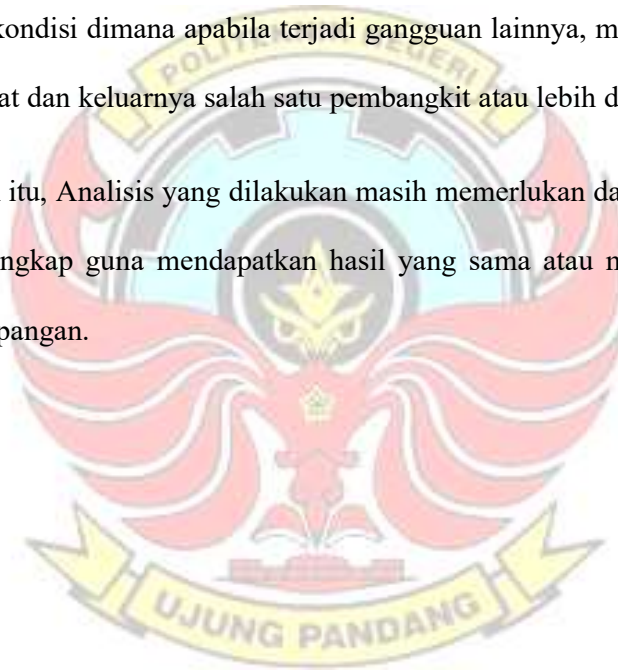
ID BUS	RATING (kV)	TEGANGAN		KONDISI
		kV	%	
BUS5_PARE-PARE	150	153,104	102,112	<i>Over Voltage</i>
BUS6_SUPPA	150	153,343	102,271	<i>Over Voltage</i>
BUS8_PANGKEP	150	153,119	102,112	<i>Over Voltage</i>
BUS15_TLASA	150	154,143	102,792	<i>Over Voltage</i>
BUS16_SIDRAP	150	153,711	102,541	<i>Over Voltage</i>
BUS20_SOPPENG	150	155,438	103,690	<i>Over Voltage</i>
BUS21_SENGKANG	150	154,548	103,098	<i>Over Voltage</i>
BUS22_BONE	150	157,212	104,868	<i>Over Voltage</i>
BUS23_SINJAI	150	157,181	104,838	<i>Over Voltage</i>
BUS25_JNPNT0	150	156,724	104,517	<i>Over Voltage</i>
BUS26_PANGKEP70	70	71,796	102,599	<i>Over Voltage</i>
BUS27_TNASA70	70	71,542	102,235	<i>Over Voltage</i>
BUS29_MNDAI	70	71,75	102,530	<i>Over Voltage</i>
BUS30_DAYA	70	72,064	102,978	<i>Over Voltage</i>
Bus31_TELLO70	70	72,244	103,235	<i>Over Voltage</i>
BUS32_BRLOE	70	72,543	103,663	<i>Over Voltage</i>
BD1_BNTLA	20	20,585	102,952	<i>Over Voltage</i>
BD1_BONE	20	20,699	103,557	<i>Over Voltage</i>
BD1_DAYA	20	20,497	102,517	<i>Over Voltage</i>
BD1_PNGAYA	20	20,842	104,243	<i>Over Voltage</i>
BD2_BONE	20	20,701	103,566	<i>Over Voltage</i>
BD2_MNDAI	20	20,412	102,092	<i>Over Voltage</i>
BD_5	20	20,646	103,263	<i>Over Voltage</i>
BD2_MNDAI	20	20,7842	102,092	<i>Over Voltage</i>
BD_10	20	20,8039	105,587	<i>Over Voltage</i>
BD_BLKMBA	20	20,924	104,66	<i>Over Voltage</i>
BD_BNTAENG	20	20,828	104,177	<i>Over Voltage</i>
BD_BRLOE	20	20,836	104,212	<i>Over Voltage</i>
BD_SIWA	20	20,407	102,100	<i>Over Voltage</i>
BD_SPPENG	20	20,801	104,06	<i>Over Voltage</i>
BD_TBNGA	20	19,5604	99,324	<i>Under Voltage</i>
BD_TELLO	20	19,569	97,871	<i>Under Voltage</i>
BD_TELLO2	20	19,3837	98,370	<i>Under Voltage</i>
BD_TONASA	20	19,3177	98,056	<i>Under Voltage</i>



#### 4.5.Keterbatasan Studi

Analisis aliran daya yang dilakukan dengan bantuan *Software* ETAP 16.00 ini belum mencapai hasil maksimal. Meskipun dalam penelitian ini telah mengambil satu studi kasus gangguan yakni pelepasan beban secara mendadak, namun hal tersebut masih kurang dalam memperhatikan bagaimana aliran daya ketiga terjadi adanya gangguan pada sistem tenaga listrik, dipembangkit, transmisi, gardu induk maupun sistem distribusi. Oleh karena itu, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kondisi dimana apabila terjadi gangguan lainnya, misalnya gangguan hubung singkat dan keluarnya salah satu pembangkit atau lebih dari sistem.

Selain itu, Analisis yang dilakukan masih memerlukan data atau parameter yang lebih lengkap guna mendapatkan hasil yang sama atau mendekati dengan yang ada dilapangan.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil Analisis Aliran Daya Analisis Aliran Daya Akibat Masuknya Pembangkit Energi Terbarukan Sistem Sulselrabar Menggunakan ETAP 16, adalah

1. - Total daya aktif (P) yang terdapat pada saluran pada kondisi normal setelah masukna PLTB Sidrap yaitu 1730,87 MW, dimana daya aktif yang paling besar, yatu 171 MW dari BUS15\_TLASA ke BUS13\_SGMNSA.
  - Daya reaktif terbesar yaitu 25,68 MVar dari BUS8\_PANGKEP ke BUS8\_BOSOWA.
  - Efisiensi Power Faktor tertinggi mencapai 100% terjadi BUS21\_SENGKANG ke BUS16\_SIDRAP, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada saluran Bus PLTBSidrap ke BUS16\_SIDRAP yakni sebesar 19,72%.
2. Ada 2 dampak tegangan yang terjadi pada saat Kontingensi N-1 atau pelepasan beban Maros dan Sidrap secara tiba-tiba, yakni 6 bus yang mengalami *Critical Voltage Condition* dan 34 bus mengalami *Marginal Voltage Condition* adalah 34 bus.

### 5.2 Saran

1. Dibutuhkan kembali penelitian lebih lanjut untuk operasi sistem dalam kondisi gangguan yang lain, untuk mengetahui aliran daya yang terjadi.

2. Untuk Bus yang mengalami keadaan *over voltage* maupun *under voltage* sebaiknya ditambahkan peralatan perbaikan tegangan seperti *capacitor bank* atau *reactor*.
3. Untuk Penelitian selanjutnya, sebaiknya menggunakan data-data terupdate yang dimiliki PT.PLN namun dengan syarat telah memiliki izin dan dipergunakan sebagaimana mestinya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adib Gustian Nigara dan Yohanes Primadiyono. (2015). “Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian *Texturizing* Di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan *Software* ETAP *Power Station* 4.0.”
- Ahmad Mursali Arifin. (2019). “Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan 150 KV”
- Arifin, A. M. (2019). “Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik pada Jaringan 150 kV”.
- Afrianita, R., & Laksono, H. D. (2007). “Studi Aliran Daya Dengan Metoda Newton-Raphson”.
- Bai, L., Li, F., Jiang, T., & Jia, H. (2016). Robust scheduling for wind integrated energy systems considering gas pipeline and power transmission N–1 contingencies. *IEEE Transactions on Power systems*, 32(2), 1582-1584.
- Djalal, dkk (2012) “Studi Analisis Daya dan Hubung Singkat Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan ETAP”
- Djalal, Muhammad Ruswandi. (2015). “*Power Sistem Stabilizer (Pss) Placement Using Cuckoo Search Algorithm (Csa) In Interconnected 150 Kv South, South East And East Of Sulawesi (Sulselrabar) Electrical System*”
- D. Tri and A. Sari dan Pros. Semin. (2015). “Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik di PT PLN ( Persero ) P3B Jawa Bali APB Jawa Barat”
- Ervan Hasan Harun. (2012). “Analisis Tegangan Setiap Bus Pada Sistem Tenaga Listrik Gorontalo Melalui Simulasi Aliran Daya”
- Iqbal, Adinandra. (2018). “PLTB Alternatif Energi Terbarukan di Sulawesi Selatan”. <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/13477/PLTB-Alternatif-Energi-terbarukan-di-Sulawesi-Selatan.html>. Diakses pada 12 Januari 2021.
- John J. Grainger, William D. Stevenson, Jr and McGraw-Hill Inc, (1994). “*Power System Analysis*”.
- Jeremias Leda dan Simon Patabang. (2018). “Studi Aliran Daya Pada Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan”
- Kamel, T. S., Hassan, M. M., & El-Morshedy, A. (2009, September). Advanced distance protection scheme for long transmission lines in electric power

systems using multiple classified ANFIS networks. In *2009 Fifth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control* (pp. 1-5). IEEE.

Khan, R. A. J., Junaid, M., & Asgher, M. M. (2009, November). Analyses and monitoring of 132 kV grid using ETAP software. In *2009 International Conference on Electrical and Electronics Engineering-ELECO 2009* (pp. I-113). IEEE.

Kurniawan, T. (2017). *Studi Aliran Daya Aktif 3 Fasa pada Sistem Distribusi Radial dengan Penentuan Lokasi dan Kapasitas DG Optimal Menggunakan Metode K-Means Clustering* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Le Nguyen, H. (1997). "Newton-Raphson method in complex form [power system load flow analysis]". *IEEE transactions on power systems*, 12(3), 1355-1359.

Liliana dan Syahputra. (2014). "Penempatan Svc (*Static Var Compensator*) Pada Jaringan Distribusi Dengan Etap 7.5.0."

Laowanitwattana, J., & Uatrongjit, S. (2020, October). Probabilistic Power Flow Analysis Based on Low Rank Approximation and Principle Component Analysis. In *2020 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI)* (pp. 185-188). IEEE.

Monice, Usaha Situmeang dan Perinov. (2019). "Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Riau Menggunakan Metode Aliran Daya Newton Raphson"

Nigara, A. G. (2015). *Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG).

Prasetijo, H. (2007). Perencanaan Sistem Distribusi Dengan Analisa Aliran Daya. *Dinamika Rekayasa*, 3(1), 8-15.

Salman, R., & Sinuraya, A. (2014). SIMULASI DAN ANALISIS ALIRAN DAYA PADA SISTEM TENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSER PROGRAM (ETAP) VERSI 4.0. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 15(1), 119-126.

Supriyadi, A. (2016). Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP 12.6. *Swara Patra*, 6(3).

Sulasno, I. (1993). Analisa Sistem Tenaga Listrik.

Pai, M. A., Aggarwal, R. P., & Arumugam, N. (1979). A fast algorithm for on-line load flow and contingency evaluation. *IFAC Proceedings Volumes*, 12(5), 132-138.



L

A

M

P

I

R

A

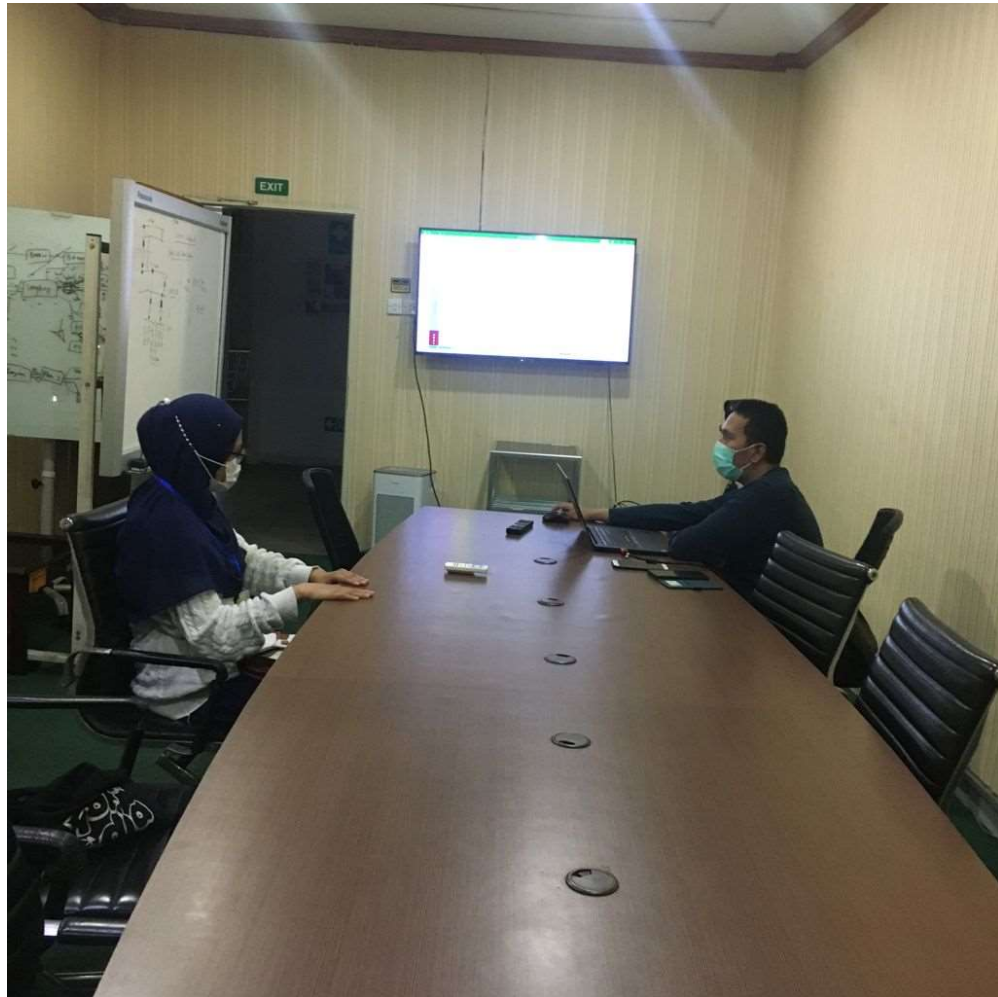
N



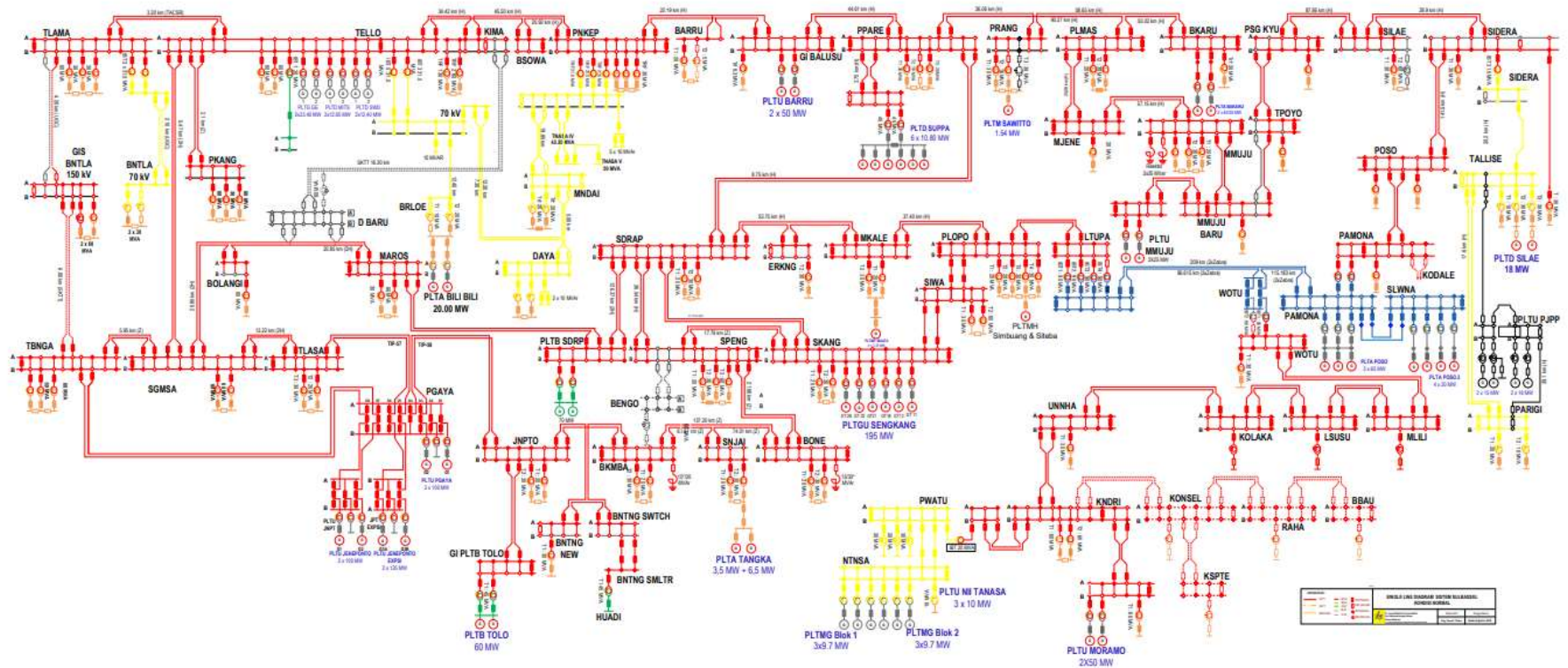
# LAMPIRAN A



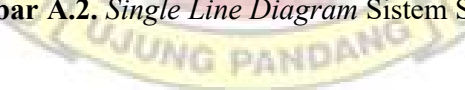




**Gambar A.1.** Dokumentasi Pengambilan Data di Kantor AP2BN (Jumat, 3 September 2021)



Gambar A.2. Single Line Diagram Sistem Sulselrabar



Gardu Induk	Line	kV	1L/2L	Types	Km	Impedansi Per Line					Total Impedansi (ohm/mho)				
						Urutan Positif		Urutan Negara		Y/2	Urutan Positif		Urutan Negara		Y/2
						R	Jx	R	Jx		R	Jx	R	Jx	
BARRU	PNKEP	150	1L	240e	46.00	0.02419	0.0866	0.05479	0.26005	0.01167	5.442	19.501	12.328	58.512	0.00005
BKARU	PRANG	150	1L	240d	58.50	0.03076	0.11023	0.06968	0.33072	0.01012	6.921	24.802	15.678	74.412	0.00004
BKARU	PWALI	150	1L	240a	50.10	0.02627	0.09440	0.05967	0.28323	0.00743	5.911	21.240	13.427	63.727	0.00003
BKARU	BKRU PH	150	2L	240a	1.00	0.00105	0.00377	0.00238	0.01131	0.00007	0.118	0.424	0.268	1.272	-
BSOWA	TELLO	150	1L	240c	32.10	0.01683	0.06049	0.03823	0.18147	0.00761	3.786	13.609	8.603	40.831	0.00003
PNKEP	BSOWA	150	1L	240c	20.80	0.01090	0.03919	0.02478	0.11759	0.00493	2.453	8.819	5.574	26.458	0.00002
PNKEP	TELLO	150	2L	240e	45.30	0.04764	0.17071	0.10179	0.51219	0.00575	5.359	19.025	12.140	57.622	0.00005
PPARE	BARRU	150	1L	240e	44.00	0.02314	0.08290	0.05241	0.24875	0.01116	5.205	18.654	11.792	55.968	0.00005
PPARE	PNKEP	150	2L	240e	90.00	0.09464	0.33916	0.21440	1.01760'	0.01141	10.647'	38.155	24.120	114.480	0.00010
PPARE	SUPPA	150	2L	240a	7.50	0.00787	0.02826	0.01787	0.08480	0.00056	0.885	3.180	2.010	9.540	-
PRANG	PPARE	150	1L	240e	26.40	0.01388	0.04974	0.03145	0.14925	0.00670	3.123	11.192	7.075	33.581	0.00003
PWALI	MJENE	150	2L	240a	50.16	0.05261	0.18902	0.01149	0.56714	0.00372	5.918	21.265	13.443	63.804	0.00003
PWALI	PPARE	150	1L	240g	91.90	0.03663	0.13159	0.01946	0.51954	0.01819	8.242	29.608	24.629	116.897	0.00008
SDRAP	PPARE	150	2L	240a	19.10	0.02003	0.07198	0.04550	0.21596	0.00142	2.254	8.097	5.119	24.295	0.00001
SGMSA	TLLSA	150	2L	430b	27.50	0.00970	0.06649	0.06551	0.31093	0.00314	1.091'	7.480	7.370	34.980	0.00003
SKANG	SPENG	150	2L	430a	35.40	0.02106	0.12670	0.08433	0.40026	0.00404	0.369	14.253	9.487	45.029	0.00004
SPENG	BONE	150	2L	240f	43.27	0.04578	0.16306	0.10308	0.48924	0.00402	5.150	18.344	11.596	55.039	0.00004
SPENG	SDARP	150	2L	240b	53.80	0.05643	0.20275	0.12816	0.60830	0.00482	6.348	22.809	14.418	68.434	0.00004
TELLO	SGMSA	150	2L	240b	10.90	0.00385	0.02635	0.02597	0.12324	0.00124	0.433	2.965	2.921	13.865	0.00001
TELLO	TLAMA	150	2L	240e	6.90	0.00726	0.02600	0.01644	0.07802	0.00088	0.816	2.925	1.849	8.777	0.00001
BLKMB	JNPTO	150	2L	240a	46.35	0.04681	0.17466	0.11041	0.52405	0.00344	5.469	19.649	12.422	58.956	0.00003
BONE	BLKMB	150	2L	240a	137.20	0.14390	0.51703	0.32684	1.55129'	0.01017	16.188	38.166	36.770	174.520	0.00009
BONE	SNJAI	150	1L	240a	77.50	0.04064	0.14603	0.09231	0.43813	0.01149	9.144	32.856	20.770	98.580	0.00005
DYBAR	SGMSA	150	2L	430b	154.00	0.05433	0.37234	0.36686	1.74123'	0.01756	6.112	41.888	41.272	195.888	0.00016

Sambungan															
JNPTO	TIP 57/58	150	2L	240a	24.49	0.02568	0.09228	0.05833	0.27687	0.00182	2.889	10.381	6.563	31.148	0.00002
MALEA	MKALE	150	2L	430b	30.00	0.01058	0.07253	0.07147	0.33920	0.00342	1.191	8.160	8.040	38.160	0.00003
MKALE	PLOPO	150	2L	240a	37.35	0.03917	0.14076	0.08898	0.42232	0.00277	4.407	13.833	10.010	47.511	0.00002
SDRAP	DYBAR	150	2L	430b	35.00	0.01235	0.08462	0.08338	0.39573	0.00399	1.389	9.520	9.380	44.520	0.00004
SDRAP				430a	105.48	0.006274	0.37753	0.25129	1.19267'	0.01203	7.058	42.472	28.270	134.175	0.00011
SGMSA	MKALE	150	2L	430a	11.89	0.00707	0.04256	0.02833	0.13446	0.00136	0.796	4.788	3.187	15.127	0.00001
SINJAI	TBNGA	150	2L	240a	59.50	0.03120	0.11211	0.07087	0.33637	0.00882	7.020	25.225	15.946	75.684	0.00004
TLLSA	BLKMB	150	1L	430b	19.06	0.00673	0.04609	0.04542	0.21555	0.00217	0.757	3.186	5.019	24.250	0.00002
DAYA	TIP 57/58	150	2L	120a	5.00	0.02408	0.04421	0.06896	0.19166	0.00013	1.180	2.166	1.340	6.360	0.00001
MNDAI	DAYA	150		120a	7.10	0.03420	0.06278	0.09792	0.27216	0.00019	1.676	3.076	1.903	9.031	0.00001
MNDAI	TELLO	150	1L	120a	12.10	0.05828	0.10699	0.16687	0.46383	0.00032	2.836	5.243	3.243	15.391	0.00001
PNKEP	MNDAI	150	1L	120a	37.70	0.36318	0.66671	1.03984'	2.89030'	0.00050	8.898	16.334	10.104	47.954	0.00002
PNKEP	TELLO	70	1L	120a	3.40	0.03275	0.06013	0.09378	0.26066	0.00005	0.802	1.473	0.911	4.325	0.00001
TELLO	MNDAI	70	2L	120a	12.60	0.06069	0.11141	0.17377	0.48299	0.00034	2.974	5.549	3.377	16.027	0.00001
TELLO	TNSA3	70	2L	120b	3.70	0.12292	0.17508	0.31076	0.77212	0.00002	1.106	1.576	0.992	4.706	0.00001
TELLO	BRLOE	70	1L	240h	4.50	0.04334	0.07958	0.12412	0.77212	0.00006	1.002	1.950	1.206	3.724	0.00001
TLAMA	BWAJA	30	1L	XLPE	4.20	0.04046	0.07428	-	0.34500	0.00006	0.991	1.820	1.126	5.342	0.00001

Lampran A.2. Tabel Impedansi Line pada Jaringan Transmisi

## LAMPIRAN B

**Lampiran B.1.** Hasil Simulasi Aliran Daya Setelah Masuknya Pembangkit  
Terbarukan Menggunakan ETAP 16



Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C  
 Study Case: LF

Page: 1  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

**LOAD FLOW REPORT**

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
BD1_BNTLA	20.000	101.432	4.8	0	0	5.967	0.000	BUS34_BNTLA	-5.967	0.000	169.8	100.0	
BD1_BONE	20.000	101.842	8.3	0	0	6.275	1.970	BUS22_BONE	-6.275	-1.970	186.4	95.4	
BD1_DAYA	20.000	100.990	1.0	0	0	11.627	0.000	BUS30_DAYA	-11.627	0.000	332.3	100.0	
BD1_MNDAI	20.000	99.235	2.3	0	0	7.977	2.560	BUS29_MNDAI	-7.977	-2.560	243.7	95.2	
BD1_PLPO	20.000	97.989	0.6	0	0	14.259	6.048	BUS18_PALOPO	-15.473	-0.298	455.9	100.0	
								BP1_PLPO	1.214	-5.751	173.2	-20.7	2.500
BD1_PNGAYA	20.000	102.667	14.1	0	0	0.738	0.105	BUS_PUNAGAYA	-0.738	-0.105	21.0	99.0	
BD1_PNKNG	20.000	97.530	3.6	0	0	16.742	3.137	BUS12_PKANG	-16.742	-3.137	504.2	98.3	
BD1_PNRNG	20.000	98.553	2.3	0	0	24.379	6.341	BUS4_PINRANG	-24.379	-6.341	737.8	96.8	
BD1_TLAMA	20.000	97.232	4.5	0	0	12.222	4.017	BUS11_TLAMA	-12.222	-4.017	381.9	95.0	
BD1_TLLASA	20.000	97.701	6.2	0	0	16.036	4.583	BUS15_TLASA	-16.036	-4.583	492.8	96.2	
BD2_BONE	20.000	101.851	8.3	0	0	6.276	1.970	BUS22_BONE	-6.276	-1.970	186.4	95.4	
BD2_DAYA	20.000	98.206	0.8	0	0	11.862	4.534	BUS30_DAYA	-11.862	-4.534	373.3	93.4	
BD2_MNDAI	20.000	100.572	1.2	0	0	11.025	0.005	BUS29_MNDAI	-11.025	-0.005	316.5	100.0	
BD2_PLPO	20.000	98.880	0.8	0	0	14.519	6.159	BUS18_PALOPO	-14.519	-6.159	460.4	92.1	5.000
BD2_PNKNG	20.000	97.051	3.3	0	0	17.802	4.141	BUS12_PKANG	-17.802	-4.141	543.7	97.4	
BD2_PNRNG	20.000	99.813	5.2	0	0	0	0	BUS4_PINRANG	0.999	-0.013	28.9	100.0	
								BP_PNRNG	-0.999	0.013	28.9	100.0	
*BD2_TLAMA	20.000	100.000	0.0	15.160	4.282	45.900	0.000	BUS11_TLAMA	-30.740	4.282	896.0	-99.0	
BD3_PNKNG	20.000	97.468	4.5	0	0	30.591	7.693	BUS12_PKANG	-30.591	-7.693	934.2	97.0	
BD_5	20.000	101.697	15.5	95.000	9.500	0	0	BUS15_TLASA	95.000	9.500	2710.1	99.5	
BD_9	20.000	103.921	19.5	89.800	15.000	0	0	BUS_PUNAGAYA	89.800	15.000	2529.1	98.6	
BD_10	20.000	104.019	18.7	231.500	45.000	0	0	BUS_PUNAGAYA	231.500	45.000	6544.9	98.2	
BD_BARRU	20.000	99.905	2.6	0	0	4.531	1.347	BUS7_BARRU	-4.531	-1.347	136.6	95.9	2.500
BD_BKRU	20.000	99.994	-0.4	0	0	1.000	0.000	BUS1_BAKARU	-1.000	0.000	28.9	100.0	
BD_BLKMBA	20.000	103.065	12.7	9.130	2.000	8.392	3.613	BUS24_BLKMBA	0.738	-1.613	49.7	-41.6	
BD_BNTAENG	20.000	102.573	11.0	0	0	7.365	1.156	BUSBNTAENG	-6.167	-1.174	176.7	98.2	
								PLTM_BNTAENG	-1.199	0.018	33.7	-100.0	
BD_BOLANGI	20.000	97.398	3.9	0	0	16.410	3.794	BusBOLANGI	-16.410	-3.794	499.2	97.4	
BD_BOSOWA	11.000	88.614	-1.9	0	0	44.914	9.844	BUS9_BOSOWA	-44.914	-9.844	2723.4	97.7	
BD_BRLOE	20.000	102.687	7.8	0	0	0.949	0.000	BUS32_BRLOE	6.141	0.850	174.3	99.1	
								BP_BILI	-7.090	-0.850	200.7	99.3	
BD_BRWJA	20.000	95.029	-19.3	0	0	22.666	0.008	BUS37_BWAJA	-22.666	-0.008	688.6	100.0	12.000
BD_ENRKG	20.000	100.108	5.7	0	0	6.013	0.000	ENRKG	-6.013	0.000	173.4	100.0	
BD_JNPNT0	20.000	100.368	9.6	0	0	12.793	3.626	BUS25_JNPNT0	-12.793	-3.626	382.5	96.2	
BD_MJENE	20.000	99.756	-0.3	0	0	10.452	1.420	BUS3_MAJENE	-10.452	-1.420	305.2	99.1	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
**16.0.0C**  
 Study Case: LF

Page: 2  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
BD_MKLE	20.000	99.277	7.9	0	0	5.519	1.381	BUS17_MAKALE	2.966	-0.129	86.3	-99.9	
								BP_MKLE	-8.485	-1.251	249.4	98.9	
BD_MMUJU	20.000	98.689	-3.8	0	0	21.719	2.833	BUS19_MAMUJU	-21.719	-2.833	640.7	99.2	
BD_MROS	20.000	97.243	4.7	0	0	16.926	4.824	BUS28_MAROS	-16.926	-4.824	522.5	96.2	
BD_PARE	20.000	98.978	4.0	0	0	17.634	4.069	BUS5_PARE-PARE	-17.634	-4.069	527.8	97.4	
BD_PLMAS	20.000	99.484	1.6	0	0	4.750	1.522	BUS2_POLMAS	-4.750	-1.522	144.7	95.2	
BD_PNGKEP	20.000	92.147	-0.1	0	0	24.965	10.978	BUS8_PANGKEP	-24.965	-10.978	854.4	91.5	2.500
BD_SDRP	20.000	96.472	2.6	0	0	17.404	5.677	BUS16_SIDRAP	-17.404	-5.677	547.8	95.1	
BD_SGMNSA	20.000	99.246	4.7	0	0	34.277	0.970	BUS13_SGMNSA	-34.277	-0.970	997.4	100.0	
BD_SIWA	20.000	100.367	8.8	0	0	6.245	1.411	BUS21_SENGKANG	-6.245	-1.411	184.2	97.5	
BD_SNGKNG	20.000	97.024	3.9	0	0	19.486	5.367	BUS21_SENGKANG	-19.486	-5.367	601.3	96.4	
BD_SNJAI	20.000	100.256	7.0	2.500	0.300	14.676	4.421	BUS23_SINJAI	-12.176	-4.121	370.1	94.7	
BD_SPPENG	20.000	102.439	12.6	14.000	7.400	7.031	1.993	BUS20_SOPPENG	6.969	5.407	248.6	79.0	-2.500
BD_TBNGA	20.000	97.802	-0.6	0	0	49.643	0.993	BUS14_TBNGA	-49.643	-0.993	1465.6	100.0	
BD_TELLO	20.000	96.401	4.1	0	0	35.314	14.126	BUS10_TELLO	-35.314	-14.126	1138.9	92.8	
BD_TELLO2	20.000	96.919	3.5	0	0	35.974	8.648	BONTOALA150	-35.974	-8.648	1102.0	97.2	
BD_TONASA	20.000	96.589	5.9	0	0	2.332	21.831	BUS27_TNASA70	-2.332	-21.831	656.2	10.6	
BONTOALA150	150.000	98.931	7.4	0	0	0	0	BUS11_TLAMA	-36.039	-11.295	146.9	95.4	
								BD_TELLO2	36.039	11.295	146.9	95.4	
*BP1_PLPO	6.000	100.000	0.0	-1.207	6.029	0	0	BD1_PLPO	-1.207	6.029	591.6	-19.6	
BP1_SGKG	12.000	101.132	14.9	40.400	-1.000	0	0	BUS21_SENGKANG	40.400	-1.000	1922.6	-100.0	
BP2_SGKG	12.000	101.136	14.8	39.800	-1.000	0	0	BUS21_SENGKANG	39.800	-1.000	1894.0	-100.0	
BP3_SGKG	12.000	101.092	15.4	45.700	-1.000	0	0	BUS21_SENGKANG	45.700	-1.000	2175.5	-100.0	
BP4_SGKG	12.000	101.191	16.1	53.100	0.000	0	0	BUS21_SENGKANG	53.100	0.000	2524.7	100.0	
BP_BARRU	12.000	100.782	12.9	45.200	0.000	0	0	BUS7_BARRU	45.200	0.000	2157.8	100.0	
BP_BILI	6.000	103.106	9.0	7.100	1.000	0	0	BD_BRLOE	7.100	1.000	669.2	99.0	
BP_MKLE	6.000	100.572	11.5	8.500	1.800	0	0	BD_MKLE	8.500	1.800	831.3	97.8	
BP_PNRNG	6.000	99.911	6.0	1.000	0.000	0	0	BD2_PNRNG	1.000	0.000	96.3	100.0	
BP_SUPPA	12.000	102.656	10.8	40.000	14.000	0	0	BUS6_SUPPA	20.000	7.000	993.1	94.4	
								BUS6_SUPPA	20.000	7.000	993.1	94.4	
BP_TELLO	12.000	102.608	13.6	37.600	13.100	0	0	BUS10_TELLO	37.600	13.100	1867.0	94.4	
BU28_MAROS	150.000	99.650	8.9	0	0	0	0	BusBOLANGI	8.638	-1.332	33.8	-98.8	
								BUS13_SGMNSA	0.828	-2.634	10.7	-30.0	
								PLTBSidrap	-13.203	-1.111	51.2	99.6	
								PLTBSidrap	-13.203	-1.111	51.2	99.6	
								BD_MROS	16.940	6.189	69.7	93.9	
*BUS1_BAKARU	150.000	100.000	0.0	-125.007	35.787	0	0	BUS4_PINRANG	-69.414	23.767	282.4	-94.6	
								BUS2_POLMAS	-56.594	12.013	222.7	-97.8	
								BD_BKRU	1.000	0.006	3.8	100.0	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C  
 Study Case: LF

Page: 3  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
BUS2_POLMAS	150.000	100.481	3.2	0	0	0	0	BUS1_BAKARU	57.475	-9.524	223.2	-98.7	
								BUS3_MAJENE	-4.067	-3.517	20.6	75.6	
								BUS3_MAJENE	-4.067	-3.517	20.6	75.6	
								BUS5_PARE-PARE	-54.092	14.883	214.9	-96.4	
								BD_PLMAS	4.751	1.676	19.3	94.3	
BUS3_MAJENE	150.000	100.887	3.4	0	0	0	0	BUS19_MAMUJU	-9.303	-3.912	38.5	92.2	
								BUS19_MAMUJU	-9.303	-3.912	38.5	92.2	
								BUS2_POLMAS	4.074	2.858	19.0	81.9	
								BUS2_POLMAS	4.074	2.858	19.0	81.9	
								BD_MJENE	10.457	2.109	40.7	98.0	
BUS4_PINRANG	150.000	99.819	4.8	0	0	0	0	BUS1_BAKARU	71.076	-18.708	283.4	-96.7	
								BUS5_PARE-PARE	-94.464	11.189	366.8	-99.3	
								BD1_PNRNG	24.387	7.499	98.4	95.6	
								BD2_PNRNG	-0.999	0.020	3.9	-100.0	
BUS5_PARE-PARE	150.000	100.676	7.6	0	0	0	0	BUS7_BARRU	-13.268	0.342	50.7	-100.0	
								BUS8_PANGKEP	7.397	-2.677	30.1	-94.0	
								BUS16_SIDRAP	-61.406	14.494	241.2	-97.3	
								BUS16_SIDRAP	-61.406	14.494	241.2	-97.3	
								BUS4_PINRANG	95.725	-7.346	367.0	-99.7	
								BUS2_POLMAS	55.244	-12.566	216.6	-97.5	
								BUS6_SUPPA	-19.964	-5.998	79.7	95.8	
								BUS6_SUPPA	-19.964	-5.998	79.7	95.8	
								BD_PARE	17.642	5.254	70.4	95.8	
Bus6	12.000	102.455	8.7	40.700	15.000	0	0	BusPLTUMamuju	40.700	15.000	2036.9	93.8	-2.500
BUS6_SUPPA	150.000	100.837	7.7	0	0	0	0	BUS5_PARE-PARE	19.981	5.830	79.4	96.0	
								BUS5_PARE-PARE	19.981	5.830	79.4	96.0	
								BP_SUPPA	-19.981	-5.830	79.4	96.0	
								BP_SUPPA	-19.981	-5.830	79.4	96.0	
Bus7	30.000	96.097	12.6	31.000	-19.212	0	0	PLTBSidrap	31.000	-19.212	730.4	-85.0	
BUS7_BARRU	150.000	100.912	8.2	0	0	0	0	BUS8_PANGKEP	27.270	-4.160	105.2	-98.9	
								BUS5_PARE-PARE	13.309	-1.340	51.0	-99.5	
								BD_BARRU	4.532	1.847	18.7	92.6	
								BP_BARRU	-45.111	3.653	172.6	-99.7	
BUS8_PANGKEP	150.000	100.596	6.8	0	0	0.000	-40.478	BUS7_BARRU	-27.090	3.662	104.6	-99.1	
								BUS9_BOSOWA	13.970	25.677	111.8	47.8	
								BUS10_TELLO	-15.920	17.646	90.9	-67.0	
								BUS5_PARE-PARE	-7.371	0.493	28.3	-99.8	
								BUS26_PANGKEP70	3.802	-7.271	31.4	-46.3	2.500
								BUS26_PANGKEP70	3.802	-7.271	31.4	-46.3	2.500



Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 4  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
								BUS26_PANGKEP70	3.802	-7.271	31.4	-46.3	2.500	
								BD_PNGKEP	25.006	14.812	111.2	86.0	5.000	
BUS9_BOSOWA	150.000	99.436	6.7	0	0	0	0	BUS10_TELLO	-31.158	8.553	125.1	-96.4		
								BUS8_PANGKEP	-13.876	-25.791	113.4	47.4		
								BD_BOSOWA	45.034	17.238	186.7	93.4	7.000	
BUS10_TELLO	150.000	99.443	7.9	0	0	0	0	BUS9_BOSOWA	31.336	-8.579	125.8	-96.5		
								BUS8_PANGKEP	16.058	-18.278	94.2	-66.0		
								BUS12_PKANG	32.661	9.691	131.9	95.9		
								BUS12_PKANG	32.661	9.691	131.9	95.9		
								BUS13_SGMNSA	-123.986	-6.844	480.6	99.8		
								BUS13_SGMNSA	-123.986	-6.844	480.6	99.8		
								BUS11_TLAMA	42.616	8.000	167.8	98.3		
								BUS11_TLAMA	42.616	8.000	167.8	98.3		
								Bus35_TELLO30A	24.331	12.479	105.8	89.0		
								Bus31_TELLO70	13.922	-7.652	61.5	-87.6		
								Bus31_TELLO70	13.922	-7.652	61.5	-87.6		
								BD_TELLO	35.383	16.953	151.9	90.2		
								BP_TELLO	-37.533	-8.965	149.4	97.3		
BUS11_TLAMA	150.000	99.183	7.6	0	0	0	0	BUS10_TELLO	-42.547	-7.975	168.0	98.3		
								BUS10_TELLO	-42.547	-7.975	168.0	98.3		
								BONTOALA150	36.103	11.192	146.7	95.5		
								Bus33_TLAMA70	2.989	0.097	11.6	99.9		
								Bus33_TLAMA70	2.989	0.097	11.6	99.9		
								BD1_TLAMA	12.229	4.760	50.9	93.2		
								BD2_TLAMA	30.783	-0.195	119.5	100.0		
BUS12_PKANG	150.000	99.203	7.7	0	0	0	0	BUS10_TELLO	-32.605	-9.811	132.1	95.8		
								BUS10_TELLO	-32.605	-9.811	132.1	95.8		
								BD1_PNKNG	16.756	4.407	67.2	96.7		
								BD2_PNKNG	17.818	5.618	72.5	95.4		
								BD3_PNKNG	30.637	9.596	124.6	95.4		
BUS13_SGMNSA	150.000	99.786	8.8	0	0	0	0	BusBOLANGI	7.823	-0.503	30.2	-99.8		
								BUS28_MAROS	-0.827	-0.943	4.8	66.0		
								BUS14_TBNGA	24.902	4.419	97.6	98.5		
								BUS14_TBNGA	24.902	4.419	97.6	98.5		
								BUS15_TLASA	-169.838	-14.100	657.4	99.7		
								BUS15_TLASA	-169.838	-14.100	657.4	99.7		
								BUS10_TELLO	124.286	8.675	480.6	99.8		
								BUS10_TELLO	124.286	8.675	480.6	99.8		
								BD_SGMNSA	34.304	3.457	133.0	99.5		

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 5  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
BUS14_TBNGA	150.000	99.602	8.5	0	0	0	0	BUS13_SGMNSA	-24.879	-4.505	97.7	98.4		
								BUS13_SGMNSA	-24.879	-4.505	97.7	98.4		
								BD_TBNGA	49.758	9.011	195.4	98.4		
BUS15_TLASA	150.000	101.224	12.0	0	0	0	0	BUS_PUNAGAYA	-131.795	-24.494	509.7	98.3		
								BUS_PUNAGAYA	-131.795	-24.494	509.7	98.3		
								BUS13_SGMNSA	171.251	23.112	657.1	99.1		
								BUS13_SGMNSA	171.251	23.112	657.1	99.1		
								BD1_TLLASA	16.049	6.404	65.7	92.9		
BUS16_SIDRAP	150.000	100.793	8.9	0	0	0	0	BD_5	-94.961	-3.639	361.3	99.9		
								BUS5_PARE-PARE	61.800	-13.308	241.4	-97.8		
								BUS5_PARE-PARE	61.800	-13.308	241.4	-97.8		
								BUS21_SENGKANG	-58.775	1.560	224.5	-100.0		
								ENRKG	13.158	-0.016	50.2	100.0		
								BUS17_MAKALE	20.211	3.385	78.3	98.6		
								BUS21_SENGKANG	-58.775	1.560	224.5	-100.0		
								BUS20_SOPPENG	-26.200	-4.308	101.4	98.7		
								BUS20_SOPPENG	-26.200	-4.308	101.4	98.7		
								PLTBSidrap	-2.220	10.423	40.7	-20.8		
BUS17_MAKALE	150.000	99.361	6.8	0	0	0	0	PLTBSidrap	-2.220	10.423	40.7	-20.8		
								BD_SDRP	17.420	7.897	73.0	91.1		
								BUS18_PALOPO	15.058	4.599	61.0	95.6		
								BUS18_PALOPO	15.058	4.599	61.0	95.6		
								ENRKG	-7.071	-4.317	32.1	85.4		
								BUS16_SIDRAP	-20.079	-5.065	80.2	97.0		
								BD_MKLE	-2.966	0.184	11.5	-99.8		
BUS18_PALOPO	150.000	98.727	6.3	0	0	0	0	BUS17_MAKALE	-15.008	-4.862	61.5	95.1		
								BUS17_MAKALE	-15.008	-4.862	61.5	95.1		
								BD1_PLPO	15.484	1.835	60.8	99.3		
								BD2_PLPO	14.532	7.888	64.5	87.9		
BUS19_MAMUJU	150.000	101.466	3.8	0	0	0	0	BusPLTUMamuju	-20.199	-6.249	80.2	95.5		
								BusPLTUMamuju	-20.199	-6.249	80.2	95.5		
								BUS3_MAJENE	9.328	3.314	37.6	94.2		
								BUS3_MAJENE	9.328	3.314	37.6	94.2		
								BD_MMUJU	21.741	5.870	85.4	96.5		
BUS20_SOPPENG	150.000	101.945	10.3	0	0	0	0	BUS16_SIDRAP	26.395	4.083	100.8	98.8		
								BUS16_SIDRAP	26.395	4.083	100.8	98.8		
								BUS22_BONE	-5.644	-13.717	56.0	38.0		
								BUS22_BONE	-5.644	-13.717	56.0	38.0		
								BUS21_SENGKANG	-17.268	12.121	79.7	-81.8		

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C  
 Study Case: LF

Page: 6  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BUS21_SENGKANG	-17.268	12.121	79.7	-81.8	
								BD_SPPENG	-6.966	-4.973	32.3	81.4	
BUS21_SENGKANG	150.000	101.348	11.0	0	0	0	0	BUS16_SIDRAP	59.133	-0.323	224.6	100.0	
								BUS16_SIDRAP	59.133	-0.323	224.6	100.0	
								BUS20_SOPPENG	17.314	-12.772	81.7	-80.5	
								BUS20_SOPPENG	17.314	-12.772	81.7	-80.5	
								BD_SIWA	6.247	1.666	24.6	96.6	
								BD_SNGKNG	19.505	8.079	80.2	92.4	
								BP1_SGKG	-40.329	3.702	153.8	-99.6	
								BP2_SGKG	-39.731	3.622	151.5	-99.6	
								BP3_SGKG	-45.609	4.460	174.0	-99.5	
								BP4_SGKG	-52.978	4.660	202.0	-99.6	
BUS22_BONE	150.000	103.131	10.4	0	0	0.000	-31.908	BUS24_BLK MBA	-14.613	-0.293	54.5	100.0	
								BUS23_SINJAI	-9.321	1.881	35.5	-98.0	
								BUS20_SOPPENG	5.689	12.934	52.7	40.3	
								BUS20_SOPPENG	5.689	12.934	52.7	40.3	
								BD1_BONE	6.277	2.227	24.9	94.2	
								BD2_BONE	6.278	2.225	24.9	94.3	
BUS23_SINJAI	150.000	103.157	11.2	0	0	0	0	BUS22_BONE	9.356	-2.950	36.6	-95.4	
								BUS24_BLK MBA	-21.539	-2.198	80.8	99.5	
								BD_SNJAI	12.183	5.148	49.3	92.1	
BUS24_BLK MBA	150.000	104.020	12.5	0	0	0.000	-32.461	BUSBNTAENG	-9.827	10.240	52.5	-69.2	
								BUS22_BONE	14.758	-1.359	54.8	-99.6	
								BUS25_JNPNT0	-25.868	20.224	121.5	-78.8	
								BUS23_SINJAI	21.676	1.724	80.5	99.7	
								BD_BLK MBA	-0.738	1.631	6.6	-41.2	
BUS25_JNPNT0	150.000	102.931	14.0	0	0	0	0	BUSBNTAENG	16.123	-9.824	70.6	-85.4	
								BUS24_BLK MBA	26.114	-20.065	123.1	-79.3	
								BUS_PUNAGAYA	-27.519	12.594	113.2	-90.9	
								BUS_PUNAGAYA	-27.519	12.594	113.2	-90.9	
								BD_JNPNT0	12.801	4.700	51.0	93.9	
BUS26_PANGKEP70	70.000	101.063	6.0	0	0	0.000	-40.855	BUS29_MND AI	4.500	-2.266	41.1	-89.3	
								BUS29_MND AI	4.500	-2.266	41.1	-89.3	
								BUS27_TNASA70	1.198	11.373	93.3	10.5	
								BUS27_TNASA70	1.198	11.373	93.3	10.5	
								BUS8_PANGKEP	-3.799	7.547	69.0	-45.0	
								BUS8_PANGKEP	-3.799	7.547	69.0	-45.0	
								BUS8_PANGKEP	-3.799	7.547	69.0	-45.0	
BUS27_TNASA70	70.000	100.705	6.0	0	0	0	0	BUS26_PANGKEP70	-1.177	-11.384	93.7	10.3	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 7  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BUS26_PANGKEP70	-1.177	-11.384	93.7	10.3	
								BD_TONASA	2.355	22.769	187.5	10.3	
BUS29_MNDAI	70.000	101.003	4.9	0	0	0	0	BUS30_DAYA	-0.215	-7.028	57.4	3.1	
								Bus31_TELLO70	-9.915	-1.152	81.5	99.3	
								BUS26_PANGKEP70	-4.455	2.248	40.8	-89.3	
								BUS26_PANGKEP70	-4.455	2.248	40.8	-89.3	
								BD1_MNDAI	7.991	2.974	69.6	93.7	
								BD2_MNDAI	11.049	0.710	90.4	99.8	
BUS30_DAYA	70.000	101.446	4.8	0	0	0.000	-20.582	Bus31_TELLO70	-23.782	7.277	202.2	-95.6	
								BUS29_MNDAI	0.232	7.008	57.0	3.3	
								BD1_DAYA	11.654	0.770	95.0	99.8	
								BD2_DAYA	11.896	5.528	106.7	90.7	
Bus31_TELLO70	70.000	101.699	5.4	0	0	0.000	-10.343	BUS30_DAYA	23.927	-7.062	202.3	-95.9	
								BUS29_MNDAI	9.972	1.206	81.5	99.3	
								BUS32_BRLOE	-6.112	-0.644	49.8	99.5	
								BUS10_TELLO	-13.893	8.421	131.8	-85.5	
								BUS10_TELLO	-13.893	8.421	131.8	-85.5	
BUS32_BRLOE	70.000	102.134	5.8	0	0	0	0	Bus31_TELLO70	6.134	0.633	49.8	99.5	
								BD_BRLOE	-6.134	-0.633	49.8	99.5	
Bus33_TLAMA70	70.000	99.137	6.8	0	0	0	0	BUS34_BNTLA	2.989	0.059	24.9	100.0	
								BUS34_BNTLA	2.989	0.059	24.9	100.0	
								BUS11_TLAMA	-2.989	-0.059	24.9	100.0	
								BUS11_TLAMA	-2.989	-0.059	24.9	100.0	
BUS34_BNTLA	70.000	99.073	6.8	0	0	0	0	Bus33_TLAMA70	-2.987	-0.104	24.9	99.9	
								Bus33_TLAMA70	-2.987	-0.104	24.9	99.9	
								BD1_BNTLA	5.974	0.208	49.8	99.9	-2.500
Bus35_TELLO30A	30.000	98.037	-0.4	0	0	0	0	BUS37_BWAJA	24.297	8.294	504.0	94.6	
								BUS10_TELLO	-24.297	-8.294	504.0	94.6	5.000
BUS37_BWAJA	30.000	93.567	-2.5	0	0	0	0	Bus35_TELLO30A	-23.455	-7.101	504.0	95.7	
								BD_BRWJA	23.455	7.101	504.0	95.7	2.000
BUSBNTAENG	150.000	103.365	13.1	0	0	0	0	BUS24_BLK MBA	9.874	-10.798	54.5	-67.5	
								BUS25_JNP NTO	-16.042	9.394	69.2	-86.3	
								BD_BNTAENG	6.168	1.403	23.6	97.5	
BusBOLANGI	150.000	99.343	8.0	0	0	0	0	BU28_MAROS	-8.617	-2.091	34.4	97.2	
								BUS13_SGM NSA	-7.806	-2.949	32.3	93.5	
								BD_BOLANGI	16.423	5.040	66.6	95.6	
BusPLTUMamuju	150.000	102.554	4.8	0	0	0	0	BUS19_MAMUJU	20.312	5.953	79.4	96.0	
								BUS19_MAMUJU	20.312	5.953	79.4	96.0	
								Bus6	-40.624	-11.905	158.9	96.0	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 8  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
BUS_PUNAGAYA	150.000	102.735	14.3	0	0	0	0	BUS25_JNPNT0	27.548	-12.870	113.9	-90.6	
								BUS25_JNPNT0	27.548	-12.870	113.9	-90.6	
								BUS15_TLASA	132.645	29.617	509.2	97.6	
								BUS15_TLASA	132.645	29.617	509.2	97.6	
								BD1_PNGAYA	0.738	0.109	2.8	98.9	
								BD_9	-89.745	-6.834	337.2	99.7	
								BD_10	-231.378	-26.770	872.6	99.3	
ENRKG	150.000	100.180	7.5	0	0	0	0	BUS16_SIDRAP	-13.104	-2.159	51.0	98.7	
								BUS17_MAKALE	7.090	1.967	28.3	96.4	
								BD_ENRKG	6.014	0.192	23.1	99.9	
PLTBSidrap	150.000	99.762	9.2	0	0	0	0	BUS28_MAROS	13.214	0.291	51.0	100.0	
								BUS28_MAROS	13.214	0.291	51.0	100.0	
								BUS16_SIDRAP	2.254	-11.205	44.1	-19.7	
								BUS16_SIDRAP	2.254	-11.205	44.1	-19.7	
								Bus7	-30.936	21.828	146.1	-81.7	
PLTM BNTAENG	6.000	102.686	11.9	1.200	0.000	0	0	BD_BNTAENG	1.200	0.000	112.4	100.0	

\* Indicates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)

# Indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA





**Lampiran B.II.**

Hasil Simulasi Aliran Daya Kontingensi N-1

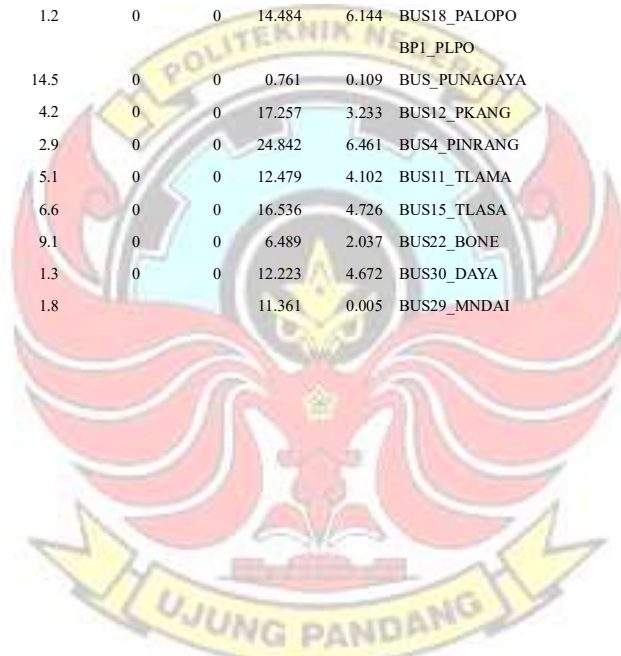
Project: **ETAP**  
 Location: **16.0.0C**  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

Study Case: LF

Page: 1  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

**LOAD FLOW REPORT**

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
BD1_BNTLA	20.000	102.952	5.3	0	0	6.147	0.000	BUS34_BNTLA	-6.147	0.000	172.4	100.0	
BD1_BONE	20.000	103.557	9.1	0	0	6.488	2.037	BUS22_BONE	-6.488	-2.037	189.6	95.4	
BD1_DAYA	20.000	102.517	1.6	0	0	11.981	0.000	BUS30_DAYA	-11.981	0.000	337.4	100.0	
BD1_MNDAI	20.000	100.736	2.8	0	0	8.220	2.638	BUS29_MNDAI	-8.220	-2.638	247.4	95.2	
BD1_PLPO	20.000	98.758	1.2	0	0	14.484	6.144	BUS18_PALOPO	-17.105	-1.315	501.4	99.7	
								BP1_PLPO	2.621	-4.829	160.6	-47.7	2.500
BD1_PNGAYA	20.000	104.244	14.5	0	0	0.761	0.109	BUS_PUNAGAYA	-0.761	-0.109	21.3	99.0	
BD1_PNKNG	20.000	99.018	4.2	0	0	17.257	3.233	BUS12_PKANG	-17.257	-3.233	511.9	98.3	
BD1_PNRNG	20.000	99.486	2.9	0	0	24.842	6.461	BUS4_PINRANG	-24.842	-6.461	744.8	96.8	
BD1_TLAMA	20.000	98.708	5.1	0	0	12.479	4.102	BUS11_TLAMA	-12.479	-4.102	384.2	95.0	
BD1_TLLASA	20.000	99.215	6.6	0	0	16.536	4.726	BUS15_TLASA	-16.536	-4.726	500.4	96.2	
BD2_BONE	20.000	103.567	9.1	0	0	6.489	2.037	BUS22_BONE	-6.489	-2.037	189.6	95.4	
BD2_DAYA	20.000	99.690	1.3	0	0	12.223	4.672	BUS30_DAYA	-12.223	-4.672	378.9	93.4	
BD2_MNDAI	20.000	102.093	1.8			11.361	0.005	BUS29_MNDAI					



Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C  
 Study Case: LF

Page: 2  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BP_MKLE	-8.485	-0.871	244.8	99.5	
BD_MMUJU	20.000	99.207	-3.5	0	0	21.948	2.863	BUS19_MAMUJU	-21.948	-2.863	644.1	99.2	
BD_PARE	20.000	100.391	4.8	0	0	18.141	4.186	BUS5_PARE-PARE	-18.141	-4.186	535.4	97.4	
BD_PLMAS	20.000	100.024	1.9	0	0	4.802	1.539	BUS2_POLMAS	-4.802	-1.539	145.5	95.2	
BD_PNGKEP	20.000	93.537	0.6	0	0	25.723	11.312	BUS8_PANGKEP	-25.723	-11.312	867.2	91.5	2.500
BD_SGMNSA	20.000	100.791	5.2	0	0	35.353	1.000	BUS13_SGMNSA	-35.353	-1.000	1012.9	100.0	
BD_SIWA	20.000	102.100	9.6	0	0	6.463	1.461	BUS21_SENGKANG	-6.463	-1.461	187.3	97.5	
BD_SNGKNG	20.000	98.700	4.7	0	0	20.165	5.554	BUS21_SENGKANG	-20.165	-5.554	611.7	96.4	
BD_SNJAI	20.000	101.880	7.6	2.500	0.300	15.155	4.565	BUS23_SINJAI	-12.655	-4.265	378.4	94.8	
BD_SPPENG	20.000	104.064	13.3	14.000	7.400	7.256	2.057	BUS20_SOPPENG	6.744	5.343	238.7	78.4	-2.500
BD_TBNGA	20.000	99.324	-0.1	0	0	51.201	1.024	BUS14_TBNGA	-51.201	-1.024	1488.4	100.0	
BD_TELLO	20.000	97.872	4.6	0	0	36.400	14.560	BUS10_TELLO	-36.400	-14.560	1156.3	92.8	
BD_TELLO2	20.000	98.370	4.1	0	0	37.060	8.909	BONTOALA150	-37.060	-8.909	1118.5	97.2	
BD_TONASA	20.000	98.057	6.5	0	0	2.403	22.499	BUS27_TNASA70	-2.403	-22.499	666.1	10.6	
BONTOALA150	150.000	100.413	8.0	0	0	0	0	BUS11_TLAMA	-37.127	-11.636	149.1	95.4	
								BD_TELLO2	37.127	11.636	149.1	95.4	
									-11.361	-0.005	321.2	100.0	
*BP1_PLPO	6.000	100.000	0.0	-2.614	5.068	0	0	BD1_PLPO	-2.614	5.068	548.7	-45.8	
BD2_PLPO	20.000	100.381	1.8	0	0	14.963	6.347	BUS18_PALOPO	-14.963	-6.347	467.4	92.1	5.000
BP1_SGKG	12.000	102.894	15.5	40.400	-1.000	0	0	BUS21_SENGKANG	40.400	-1.000	1889.7	-100.0	
BD2_PNKNG	20.000	98.531	3.9	0	0	18.349	4.268	BUS12_PKANG	-18.349	-4.268	551.9	97.4	
BP2_SGKG	12.000	102.897	15.5	39.800	-1.000	0	0	BUS21_SENGKANG	39.800	-1.000	1861.5	-100.0	
BD2_PNRNG	20.000	100.758	5.8	0	0	0	0	BUS4_PINRANG	0.999	-0.013	28.6	100.0	
BP3_SGKG	12.000	102.856	16.0	45.700	-1.000	0	0	BUS21_SENGKANG	45.700	-1.000	2138.2	-100.0	
								BP_PNRNG	-0.999	0.013	28.6	100.0	
BP4_SGKG	12.000	102.957	16.7	53.100	0.000	0	0	BUS21_SENGKANG	53.100	0.000	2481.4	100.0	
*BD2_TLAMA	20.000	100.000	0.0	12.397	1.153	45.900	0.000	BUS11_TLAMA	-33.503	1.153	967.7	-99.9	
BP_BARRU	12.000	102.267	13.4	45.200	0.000	0	0	BUS7_BARRU	45.200	0.000	2126.5	100.0	
BD3_PNKNG	20.000	98.956	5.0	0	0	31.531	7.930	BUS12_PKANG	-31.531	-7.930	948.5	97.0	
BP_BILI	6.000	104.626	9.4	7.100	1.000	0	0	BD_BRLOE	7.100	1.000	659.4	99.0	
BD 5	20.000	103.264	15.8	95.000	9.500	0	0	BUS15_TLASA	95.000	9.500	2669.0	99.5	
BP_MKLE	6.000	101.586	12.4	8.500	1.400	0	0	BD_MKLE	8.500	1.400	816.0	98.7	
BD 9	20.000	105.493	19.7	89.800	15.000	0	0	BUS_PUNAGAYA	89.800	15.000	2491.4	98.6	
BP_PNRNG	6.000	100.856	6.5	1.000	0.000	0	0	BD2_PNRNG	1.000	0.000	95.4	100.0	
BD 10	20.000	105.587	19.0	231.500	45.000	0	0	BUS_PUNAGAYA	231.500	45.000	6447.7	98.2	
BP_SUPPA	12.000	104.070	11.4	40.000	14.000	0	0	BUS6_SUPPA	20.000	7.000	979.6	94.4	
BD_BARRU	20.000	101.364	3.3	0	0	4.664	1.387	BUS7_BARRU	-4.664	-1.387	138.6	95.9	2.500
								BUS6_SUPPA	20.000	7.000	979.6	94.4	
BD BKRU	20.000	99.994	-0.4	0	0	1.000	0.000	BUS1_BAKARU	-1.000	0.000	28.9	100.0	
BP_TELLO	12.000	104.094	14.0	37.600	13.100	0	0	BUS10_TELLO	37.600	13.100	1840.3	94.4	
BD_BLK MBA	20.000	104.664	13.1	9.130	2.000	8.654	3.726	BUS24_BLK MBA	0.476	-1.726	49.4	-26.6	
BU28_MAROS	150.000	101.767	10.1	0	0	0	0	BusBOLANGI	12.156	-0.239	46.0	-100.0	
BD_BNTAENG	20.000	104.178	11.5	0	0	7.597	1.193	BUSBNTAENG	-6.399	-1.210	180.5	98.3	
								BUS13_SGMNSA	7.216	-0.535	27.4	-99.7	
								PLTM_BNTAENG	-1.199	0.017	33.2	-100.0	
								PLTBsidrap	0.686	0.387	36.7	-99.9	
BD_BOLANGI	20.000	99.188	4.8	0	0	17.019	3.935	BusBOLANGI	-17.019	-3.935	508.4	97.4	
								PLTBsidrap	-9.686	0.387	36.7	-99.9	
BD BOSOWA	11.000	90.137	-1.0	0	0	45.039	9.871	BUS9_BOSOWA	-45.039	-9.871	2684.9	97.7	
*BUS1_BAKARU	150.000	100.000	0.0	-143.319	27.746	0	0	BUS4_PINRANG	-80.223	19.028	317.3	-97.3	
BD_BRLOE	20.000	104.212	8.3	0	0	0.977	0.000	BUS32_BRLOE	6.113	0.854	171.0	99.0	
								BUS2_POLMAS	-64.096	8.712	249.0	-99.1	
								BP_BILI	-7.090	-0.854	197.8	99.3	
								BD BKRU	1.000	0.006	3.8	100.0	
BD BRWA	20.000	96.479	-18.7	0	0	23.363	0.008	BUS37_BWAJA	-23.363	-0.008	699.1	100.0	12.000
BUS2_POLMAS	150.000	101.026	3.6	0	0	0	0	BUS1_BAKARU	65.197	-5.439	249.3	-99.7	
BD_JNPNT0	20.000	101.915	10.0	0	0	13.191	3.739	BUS25_JNPNT0	-13.191	-3.739	388.3	96.2	
								BUS3_MAJENE	-3.900	-3.521	20.0	74.2	
BD_MJENE	20.000	100.288	0.1	0	0	10.564	1.435	BUS3_MAJENE	-10.564	-1.435	306.9	99.1	
								BUS3_MAJENE	-3.900	-3.521	20.0	74.2	
								BUS17_MAKALE	2.820	-0.546	82.4	-98.2	
BD_MKLE	20.000	100.589	8.9	0	0	5.666	1.417	BUS5_PARE-PARE	-62.200	10.786	240.5	-98.5	



Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C  
 Study Case: LF

Page: 3  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BD_PLMAS	4.803	1.694	19.4	94.3	
BUS3_MAJENE	150.000	101.425	3.7	0	0	0	0	BUS19_MAMUJU	-9.191	-3.918	37.9	92.0	
								BUS19_MAMUJU	-9.191	-3.918	37.9	92.0	
								BUS2_POLMAS	3.906	2.852	18.4	80.8	
								BUS2_POLMAS	3.906	2.852	18.4	80.8	
								BD_MJENE	10.569	2.132	40.9	98.0	
BUS4_PINRANG	150.000	100.764	5.4	0	0	0	0	BUS1_BAKARU	82.320	-12.422	318.0	-98.9	
								BUS5_PARE-PARE	-106.171	4.761	406.0	-99.9	
								BD1_PNRNG	24.850	7.642	99.3	95.6	
								BD2_PNRNG	-0.999	0.019	3.8	-100.0	
BUS5_PARE-PARE	150.000	102.113	8.4	0	0	0	0	BUS7_BARRU	-11.719	-0.623	44.2	99.9	
								BUS8_PANGKEP	8.878	-3.577	36.1	-92.8	
								BUS16_SIDRAP	-73.366	9.134	278.7	-99.2	
								BUS16_SIDRAP	-73.366	9.134	278.7	-99.2	
								BUS4_PINRANG	107.715	0.080	406.0	100.0	
								BUS2_POLMAS	63.638	-7.478	241.5	-99.3	
								BUS6_SUPPA	-19.965	-6.038	78.6	95.7	
								BUS6_SUPPA	-19.965	-6.038	78.6	95.7	
								BD_PARE	18.149	5.405	71.4	95.8	
Bus6	12.000	102.960	9.0	40.700	15.000	0	0	BusPLTUMamuju	40.700	15.000	2026.9	93.8	-2.500
BUS6_SUPPA	150.000	102.272	8.5	0	0	0	0	BUS5_PARE-PARE	19.982	5.861	78.4	96.0	
								BUS5_PARE-PARE	19.982	5.861	78.4	96.0	
								BP_SUPPA	-19.982	-5.861	78.4	96.0	
								BP_SUPPA	-19.982	-5.861	78.4	96.0	
Bus7	30.000	98.212	13.6	31.000	-19.212	0	0	PLTBSidrap	31.000	-19.212	714.7	-85.0	
BUS7_BARRU	150.000	102.386	8.9	0	0	0	0	BUS8_PANGKEP	28.699	-5.005	109.5	-98.5	
								BUS5_PARE-PARE	11.749	-0.444	44.2	-99.9	
								BD_BARRU	4.665	1.902	18.9	92.6	
								BP_BARRU	-45.113	3.548	170.1	-99.7	
BUS8_PANGKEP	150.000	102.113	7.5	0	0	0.000	-41.708	BUS7_BARRU	-28.504	4.526	108.8	-98.8	
								BUS9_BOSOWA	14.693	25.523	111.0	49.9	
								BUS10_TELLO	-15.151	17.595	87.5	-65.3	
								BUS5_PARE-PARE	-8.840	1.368	33.7	-98.8	
								BUS26_PANGKEP70	4.012	-7.522	32.1	-47.1	2.500
								BUS26_PANGKEP70	4.012	-7.522	32.1	-47.1	2.500
								BUS26_PANGKEP70	4.012	-7.522	32.1	-47.1	2.500
								BD_PNGKEP	25.765	15.262	112.9	86.0	5.000
BUS9_BOSOWA	150.000	100.968	7.3	0	0	0	0	BUS10_TELLO	-30.555	8.599	121.0	-96.3	
								BUS8_PANGKEP	-14.601	-25.656	112.5	49.5	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 4  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
BUS10_TELLO	150.000	100.961	8.4	0	0	0	0	BD_BOSOWA	45.155	17.058	184.0	93.5	7.000	
								BUS9_BOSOWA	30.722	-8.686	121.7	-96.2		
								BUS8_PANGKEP	15.278	-18.296	90.9	-64.1		
								BUS12_PKANG	33.665	9.989	133.9	95.9		
								BUS12_PKANG	33.665	9.989	133.9	95.9		
								BUS13_SGMNSA	-127.756	-9.428	488.4	99.7		
								BUS13_SGMNSA	-127.756	-9.428	488.4	99.7		
								BUS11_TLAMA	44.771	10.139	175.0	97.5		
								BUS11_TLAMA	44.771	10.139	175.0	97.5		
								Bus35_TELLO30A	25.079	12.862	107.5	89.0		
Bus31_TELLO70	14.312	-7.835	62.2	-87.7										
Bus31_TELLO70	14.312	-7.835	62.2	-87.7										
BD_TELLO	36.471	17.474	154.2	90.2										
BP_TELLO	-37.535	-9.082	147.2	97.2										
BUS11_TLAMA	150.000	100.669	8.1	0	0	0	0	BUS10_TELLO	-44.696	-10.099	175.2	97.5		
								BUS10_TELLO	-44.696	-10.099	175.2	97.5		
								BONTOALA150	37.193	11.529	148.9	95.5		
								Bus33_TLAMA70	3.080	0.100	11.8	99.9		
								Bus33_TLAMA70	3.080	0.100	11.8	99.9		
								BD1_TLAMA	12.487	4.853	51.2	93.2		
								BD2_TLAMA	33.553	3.615	129.0	99.4		
BUS12_PKANG	150.000	100.717	8.3	0	0	0	0	BUS10_TELLO	-33.608	-10.112	134.1	95.8		
								BUS10_TELLO	-33.608	-10.112	134.1	95.8		
								BD1_PNKNG	17.271	4.543	68.2	96.7		
								BD2_PNKNG	18.366	5.791	73.6	95.4		
								BD3_PNKNG	31.579	9.891	126.5	95.4		
								BusBOLANGI	4.923	-1.617	19.7	-95.0		
BUS13_SGMNSA	150.000	101.339	9.4	0	0	0	0	BUS28_MAROS	-7.201	-3.081	29.8	91.9		
								BUS14_TBNGA	25.683	4.557	99.1	98.5		
								BUS14_TBNGA	25.683	4.557	99.1	98.5		
								BUS15_TLASA	-170.299	-15.311	649.4	99.6		
								BUS15_TLASA	-170.299	-15.311	649.4	99.6		
								BUS10_TELLO	128.065	11.320	488.3	99.6		
								BUS10_TELLO	128.065	11.320	488.3	99.6		
								BD_SGMNSA	35.380	3.565	135.1	99.5		
								BUS13_SGMNSA	-25.659	-4.647	99.2	98.4		
								BUS13_SGMNSA	-25.659	-4.647	99.2	98.4		
BD_TBNGA	51.319	9.294	198.5	98.4										
BUS14_TBNGA	150.000	101.153	9.1	0	0	0	0	BUS13_SGMNSA	-25.659	-4.647	99.2	98.4		
								BUS13_SGMNSA	-25.659	-4.647	99.2	98.4		
BUS15_TLASA	150.000	102.793	12.4	0	0	0	0	BD_TBNGA	51.319	9.294	198.5	98.4		
								BUS_PUNAGAYA	-132.473	-25.463	505.1	98.2		

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 5  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BUS_PUNAGAYA	-132.473	-25.463	505.1	98.2	
								BUS13_SGMNSA	171.679	24.068	649.1	99.0	
								BUS13_SGMNSA	171.679	24.068	649.1	99.0	
								BD1_TLLASA	16.550	6.604	66.7	92.9	
								BD_5	-94.962	-3.816	355.9	99.9	
BUS16_SIDRAP	150.000	102.541	9.9	0	0	0	0	BUS5_PARE-PARE	73.891	-7.483	278.8	-99.5	
								BUS5_PARE-PARE	73.891	-7.483	278.8	-99.5	
								BUS21_SENGKANG	-57.724	1.115	216.7	-100.0	
								ENRKG	9.874	0.317	37.1	99.9	
								BUS17_MAKALE	19.703	4.522	75.9	97.5	
								BUS21_SENGKANG	-57.724	1.115	216.7	-100.0	
								BUS20_SOPPENG	-25.209	-4.804	96.3	98.2	
								BUS20_SOPPENG	-25.209	-4.804	96.3	98.2	
								PLTBSidrap	-5.746	8.752	39.3	-54.9	
								PLTBSidrap	-5.746	8.752	39.3	-54.9	
BUS17_MAKALE	150.000	100.926	7.9	0	0	0	0	BUS18_PALOPO	16.103	5.398	64.8	94.8	
								BUS18_PALOPO	16.103	5.398	64.8	94.8	
								ENRKG	-9.810	-5.066	42.1	88.8	
								BUS16_SIDRAP	-19.577	-6.326	78.5	95.2	
								BD_MKLE	-2.819	0.596	11.0	-97.8	
BUS18_PALOPO	150.000	100.226	7.3	0	0	0	0	BUS17_MAKALE	-16.047	-5.652	65.3	94.3	
								BUS17_MAKALE	-16.047	-5.652	65.3	94.3	
								BD1_PLPO	17.118	3.175	66.9	98.3	
								BD2_PLPO	14.976	8.129	65.4	87.9	
BUS19_MAMUJU	150.000	101.999	4.2	0	0	0	0	BusPLTUMamuju	-20.200	-6.275	79.8	95.5	
								BusPLTUMamuju	-20.200	-6.275	79.8	95.5	
								BUS3_MAJENE	9.216	3.309	36.9	94.1	
								BUS3_MAJENE	9.216	3.309	36.9	94.1	
								BD_MMUJU	21.970	5.932	85.9	96.5	
BUS20_SOPPENG	150.000	103.690	11.2	0	0	0	0	BUS16_SIDRAP	25.384	4.478	95.7	98.5	
								BUS16_SIDRAP	25.384	4.478	95.7	98.5	
								BUS22_BONE	-4.114	-14.307	55.3	27.6	
								BUS22_BONE	-4.114	-14.307	55.3	27.6	
								BUS21_SENGKANG	-17.899	12.301	80.6	-82.4	
								BUS21_SENGKANG	-17.899	12.301	80.6	-82.4	
								BD_SPPENG	-6.741	-4.943	31.0	80.6	
BUS21_SENGKANG	150.000	103.098	11.8	0	0	0	0	BUS16_SIDRAP	58.058	-0.058	216.8	100.0	
								BUS16_SIDRAP	58.058	-0.058	216.8	100.0	
								BUS20_SOPPENG	17.947	-12.978	82.7	-81.0	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 6  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
								BUS20_SOPPENG	17.947	-12.978	82.7	-81.0		
								BD_SIWA	6.465	1.724	25.0	96.6		
								BD_SNGKNG	20.185	8.360	81.6	92.4		
								BP1_SGKG	-40.331	3.610	151.2	-99.6		
								BP2_SGKG	-39.733	3.533	148.9	-99.6		
								BP3_SGKG	-45.612	4.342	171.1	-99.5		
								BP4_SGKG	-52.982	4.501	198.5	-99.6		
BUS22_BONE	150.000	104.868	11.2	0	0	0.000	-32.992	BUS24_BLK MBA	-13.400	-0.427	49.2	99.9		
								BUS23_SINJAI	-7.898	1.842	29.8	-97.4		
								BUS20_SOPPENG	4.159	13.486	51.8	29.5		
								BUS20_SOPPENG	4.159	13.486	51.8	29.5		
								BD1_BONE	6.490	2.302	25.3	94.2		
								BD2_BONE	6.491	2.301	25.3	94.3		
BUS23_SINJAI	150.000	104.838	11.8	0	0	0	0	BUS22_BONE	7.923	-2.988	31.1	-93.6		
								BUS24_BLK MBA	-20.586	-2.351	76.1	99.4		
								BD_SNJAI	12.663	5.339	50.5	92.1		
BUS24_BLK MBA	150.000	105.671	13.0	0	0	0.000	-33.499	BUSBNTAENG	-9.100	10.544	50.7	-65.3		
								BUS22_BONE	13.518	-1.394	49.5	-99.5		
								BUS25_JNPNT0	-24.649	20.817	117.5	-76.4		
								BUS23_SINJAI	20.707	1.790	75.7	99.6		
								BD_BLK MBA	-0.476	1.744	6.6	-26.3		
BUS25_JNPNT0	150.000	104.517	14.4	0	0	0	0	BUSBNTAENG	15.620	-10.155	68.6	-83.8		
								BUS24_BLK MBA	24.879	-20.736	119.3	-76.8		
								BUS_PUNAGAYA	-26.849	13.022	109.9	-90.0		
								BUS_PUNAGAYA	-26.849	13.022	109.9	-90.0		
								BD_JNPNT0	13.199	4.846	51.8	93.9		
BUS26_PANGKEP70	70.000	102.599	6.6	0	0	0.000	-42.106	BUS29_MNDAI	4.778	-2.386	42.9	-89.5		
								BUS29_MNDAI	4.778	-2.386	42.9	-89.5		
								BUS27_TNASA70	1.235	11.722	94.8	10.5		
								BUS27_TNASA70	1.235	11.722	94.8	10.5		
								BUS8_PANGKEP	-4.009	7.811	70.6	-45.7		
								BUS8_PANGKEP	-4.009	7.811	70.6	-45.7		
								BUS8_PANGKEP	-4.009	7.811	70.6	-45.7		
BUS27_TNASA70	70.000	102.235	6.6	0	0	0	0	BUS26_PANGKEP70	-1.213	-11.733	95.2	10.3		
								BUS26_PANGKEP70	-1.213	-11.733	95.2	10.3		
								BD_TONASA	2.427	23.466	190.3	10.3		
BUS29_MNDAI	70.000	102.530	5.5	0	0	0	0	BUS30_DAYA	-0.083	-7.297	58.7	1.1		
								Bus31_TELLO70	-10.079	-1.243	81.7	99.2		
								BUS26_PANGKEP70	-4.730	2.372	42.6	-89.4		

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 7  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BUS26_PANGKEP70	-4.730	2.372	42.6	-89.4	
								BD1_MNDAI	8.235	3.065	70.7	93.7	
								BD2_MNDAI	11.386	0.731	91.8	99.8	
BUS30_DAYA	70.000	102.979	5.3	0	0	0.000	-21.209	Bus31_TELLO70	-24.368	7.443	204.1	-95.6	
								BUS29_MNDAI	0.100	7.277	58.3	1.4	
								BD1_DAYA	12.009	0.793	96.4	99.8	
								BD2_DAYA	12.258	5.696	108.3	90.7	
Bus31_TELLO70	70.000	103.235	6.0	0	0	0.000	-10.657	BUS30_DAYA	24.515	-7.224	204.2	-95.9	
								BUS29_MNDAI	10.136	1.296	81.6	99.2	
								BUS32_BRLOE	-6.085	-0.659	48.9	99.4	
								BUS10_TELLO	-14.283	8.622	133.3	-85.6	
								BUS10_TELLO	-14.283	8.622	133.3	-85.6	
BUS32_BRLOE	70.000	103.663	6.4	0	0	0	0	Bus31_TELLO70	6.106	0.646	48.9	99.4	
								BD_BRLOE	-6.106	-0.646	48.9	99.4	
Bus33_TLAMA70	70.000	100.622	7.4	0	0	0	0	BUS34_BNTLA	3.079	0.061	25.2	100.0	
								BUS34_BNTLA	3.079	0.061	25.2	100.0	
								BUS11_TLAMA	-3.079	-0.061	25.2	100.0	
								BUS11_TLAMA	-3.079	-0.061	25.2	100.0	
BUS34_BNTLA	70.000	100.557	7.3	0	0	0	0	Bus33_TLAMA70	-3.077	-0.107	25.3	99.9	
								Bus33_TLAMA70	-3.077	-0.107	25.3	99.9	
								BD1_BNTLA	6.155	0.214	50.5	99.9	-2.500
Bus35_TELLO30A	30.000	99.533	0.1	0	0	0	0	BUS37_BWAJA	25.045	8.549	511.7	94.6	
								BUS10_TELLO	-25.045	-8.549	511.7	94.6	5.000
BUS37_BWAJA	30.000	94.995	-1.9	0	0	0	0	Bus35_TELLO30A	-24.176	-7.319	511.7	95.7	
								BD_BRWJA	24.176	7.319	511.7	95.7	2.000
BUSBNTAENG	150.000	104.983	13.5	0	0	0	0	BUS24_BLK MBA	9.144	-11.135	52.8	-63.5	
								BUS25_JNP NTO	-15.545	9.686	67.1	-84.9	
								BD_BNTAENG	6.401	1.449	24.1	97.5	
BusBOLANGI	150.000	101.169	8.9	0	0	0	0	BU28_MAROS	-12.116	-3.197	47.7	96.7	
								BUS13_SGMNSA	-4.916	-2.030	20.2	92.4	
								BD_BOLANGI	17.033	5.227	67.8	95.6	
BusPLTUMamuju	150.000	103.083	5.1	0	0	0	0	BUS19_MAMUJU	20.313	5.968	79.1	95.9	
								BUS19_MAMUJU	20.313	5.968	79.1	95.9	
								Bus6	-40.625	-11.936	158.1	95.9	
BUS_PUNAGAYA	150.000	104.313	14.7	0	0	0	0	BUS25_JNP NTO	26.877	-13.323	110.7	-89.6	
								BUS25_JNP NTO	26.877	-13.323	110.7	-89.6	
								BUS15_TLASA	133.307	30.458	504.6	97.5	
								BUS15_TLASA	133.307	30.458	504.6	97.5	
								BD1_PNGAYA	0.761	0.112	2.8	98.9	

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: new

**ETAP**  
 16.0.0C

Study Case: LF

Page: 8  
 Date: 09-17-2021  
 SN: 4359168  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								BD_9	-89.747	-7.075	332.2	99.7	
								BD_10	-231.382	-27.307	859.7	99.3	
ENRKG	150.000	101.957	8.9	0	0	0	0	BUS16_SIDRAP	-9.844	-2.725	38.6	96.4	
								BUS17_MAKALE	9.844	2.725	38.6	96.4	
PLTBSidrap	150.000	101.791	10.3	0	0	0	0	BU28_MAROS	9.691	-1.281	37.0	-99.1	
								BU28_MAROS	9.691	-1.281	37.0	-99.1	
								BUS16_SIDRAP	5.778	-9.577	42.3	-51.7	
								BUS16_SIDRAP	5.778	-9.577	42.3	-51.7	
								Bus7	-30.939	21.716	142.9	-81.8	
PLTM BNTAENG	6.000	104.290	12.3	1.200	0.000	0	0	BD_BNTAENG	1.200	0.000	110.7	100.0	

\* Indicates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)

# Indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA



**Lampiran B.III.**

Hasil Simulasi *Losses Summary Report*



Project:

**ETAP**  
16.0.0C

Page: 1

Location:

Date: 09-18-2021

Contract:

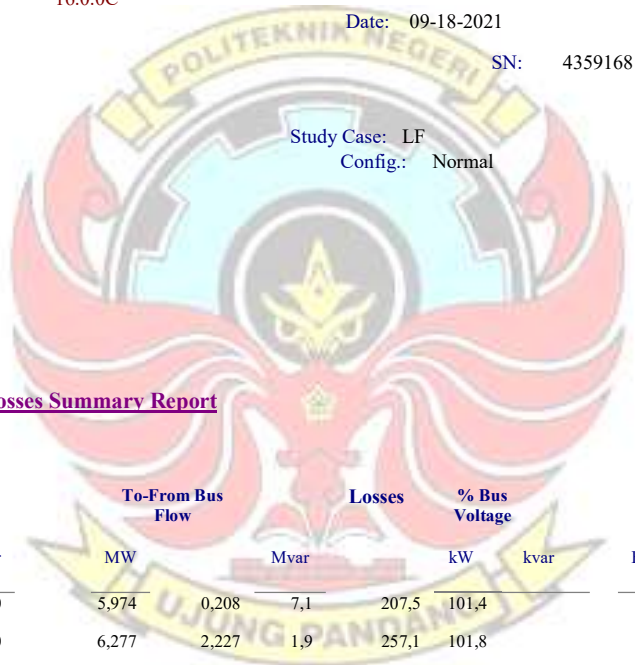
SN: 4359168

Engineer:

Study Case: LF

Config.: Normal

Filename: new



**Branch Losses Summary Report**

Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		% Drop		in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	From	To	
TD1_BNTLA	-5,967	0,000	5,974	0,208	7,1	207,5	101,4	99,1	2,36		
TD1_BONE	-6,275	-1,970	6,277	2,227	1,9	257,1	101,8	103,1	1,29		
TD1_DAYA	-11,627	0,000	11,654	0,770	27,0	769,6	101,0	101,4	0,46		
TD1_MNDAI	-7,977	-2,560	7,991	2,974	14,5	413,8	99,2	101,0	1,77		
TD1_PLOPO	-15,473	-0,298	15,484	1,835	11,1	1537,8	98,0	98,7	0,74		
TP1_PLPO	1,214	-5,751	-1,207	6,029	7,7	277,8	98,0	100,0	2,01		



TD1_PNGAYA	-0,738	-0,105	0,738	0,109	0,0	3,3	102,7	102,7	0,07
TD1_PNKNG	-16,742	-3,137	16,756	4,407	13,6	1270,8	97,5	99,2	1,67
TD1_PNRNG	-24,379	-6,341	24,387	7,499	7,7	1158,5	98,6	99,8	1,27
TD1_TLAMA	-12,222	-4,017	12,229	4,760	7,8	742,8	97,2	99,2	1,95
TD1_TLLASA	-16,036	-4,583	16,049	6,404	13,0	1821,2	97,7	101,2	3,52
TD2_BONE	-6,276	-1,970	6,278	2,225	1,9	255,3	101,9	103,1	1,28
TD2_DAYA	-11,862	-4,534	11,896	5,528	34,1	994,3	98,2	101,4	3,24
TD2_MNDAL	-11,025	-0,005	11,049	0,710	24,5	705,0	100,6	101,0	0,43
TD2_PLOPO	-14,519	-6,159	14,532	7,888	12,5	1729,2	98,9	98,7	0,15
TD2_PNKNG	-17,802	-4,141	17,818	5,618	15,8	1477,7	97,1	99,2	2,15
TD2_PNRNG	0,999	-0,013	-0,999	0,020	0,0	6,7	99,8	99,8	0,01
TP_PNRNG	-0,999	0,013	1,000	0,000	1,1	13,0	99,8	99,9	0,10
TD2_TLAMA	-30,740	4,282	30,783	-0,195	42,8	4087,3	100,0	99,2	0,82
TD3_PNKNG	-30,591	-7,693	30,637	9,596	46,5	1902,1	97,5	99,2	1,73
TD_5	95,000	9,500	-94,961	-3,639	39,2	5861,0	101,7	101,2	0,47
TD_9	89,800	15,000	-89,745	-6,834	54,6	8166,4	103,9	102,7	1,19
TD_10	231,500	45,000	-231,378	-26,770	121,9	18230,2	104,0	102,7	1,28
TD_BARRU	-4,531	-1,347	4,532	1,847	1,0	500,0	99,9	100,9	1,01
TD_BAKARU	-1,000	0,000	1,000	0,006	0,0	6,2	100,0	100,0	0,01
TD_BLKMBA	0,738	-1,613	-0,738	1,631	0,1	18,1	103,1	104,0	0,96
TD_BNTAENG	-6,167	-1,174	6,168	1,403	1,7	229,2	102,6	103,4	0,79
TP_BNTAENG	-1,199	0,018	1,200	0,000	1,5	17,7	102,6	102,7	0,11
TD_BOLANGI	-16,410	-3,794	16,423	5,040	13,3	1246,0	97,4	99,3	1,94
TD_BOSOWA	-44,914	-9,844	45,034	17,238	119,6	7394,2	88,6	99,4	10,82
TD_BRLOE	6,141	0,850	-6,134	-0,633	7,4	216,8	102,7	102,1	0,55
TP_BILI	-7,090	-0,850	7,100	1,000	9,8	149,9	102,7	103,1	0,42

TD_BRWJA	-22,666	-0,008	23,455	7,101	788,1	7093,0	95,0	93,6	1,46
TD_ENRKG	-6,013	0,000	6,014	0,192	1,3	191,9	100,1	100,2	0,07
TD_JNPNT0	-12,793	-3,626	12,801	4,700	7,8	1074,2	100,4	102,9	2,56

Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow MW	Losses		% Bus Voltage		% Drop		in Vmag
	MW	Mvar		Mvar	kW	kvar	From	To		
TD_MJENE	-10,452	-1,420	10,457	2,109	5,0	689,3	99,8	100,9	1,13	
TD_MKLE	2,966	-0,129	-2,966	0,184	0,4	55,1	99,3	99,4	0,08	
TP_MKLE	-8,485	-1,251	8,500	1,800	15,2	548,6	99,3	100,6	1,30	
TD_MMUJU	-21,719	-2,833	21,741	5,870	21,9	3036,7	98,7	101,5	2,78	
TD_MROS	-16,926	-4,824	16,940	6,189	14,6	1364,8	97,2	99,7	2,41	
TD_PARE	-17,634	-4,069	17,642	5,254	7,9	1185,7	99,0	100,7	1,70	
TD_POLMAS	-4,750	-1,522	4,751	1,676	1,1	153,4	99,5	100,5	1,00	
TD_PNGKEP	-24,965	-10,978	25,006	14,812	40,9	3834,2	92,1	100,6	8,45	
TD_SDRAP	-17,404	-5,677	17,420	7,897	16,0	2219,9	96,5	100,8	4,32	
TD_SGMNSA	-34,277	-0,970	34,304	3,457	26,5	2487,0	99,2	99,8	0,54	
TD_SIWA	-6,245	-1,411	6,247	1,666	1,8	254,3	100,4	101,3	0,98	
TD_SNGKNG	-19,486	-5,367	19,505	8,079	19,3	2712,0	97,0	101,3	4,32	
TD_SNJAI	-12,176	-4,121	12,183	5,148	7,3	1027,4	100,3	103,2	2,90	
TD_SPPENG	6,969	5,407	-6,966	-4,973	3,1	434,5	102,4	101,9	0,49	
TD_TBNGA	-49,643	-0,993	49,758	9,011	114,5	8018,1	97,8	99,6	1,80	
TD_TELLO	-35,314	-14,126	35,383	16,953	69,2	2827,0	96,4	99,4	3,04	
TD_TELLO2	-35,974	-8,648	36,039	11,295	64,7	2646,7	96,9	98,9	2,01	

TD_TONASA	-2,332	-21,831	2,355	22,769	23,1	938,3	96,6	100,7	4,12
TELOLOAMA- BONTOALA4	-36,039	-11,295	36,103	11,192	64,1	-103,1	98,9	99,2	0,25
TP1_SGKG	40,400	-1,000	-40,329	3,702	70,9	2702,2	101,1	101,3	0,22
TP2_SGKG	39,800	-1,000	-39,731	3,622	68,8	2622,4	101,1	101,3	0,21
TP3_SNGKG	45,700	-1,000	-45,609	4,460	90,8	3460,0	101,1	101,3	0,26
TP4_SGKG	53,100	0,000	-52,978	4,660	122,3	4659,9	101,2	101,3	0,16
TP1_BARRU	45,200	0,000	-45,111	3,653	89,4	3653,0	100,8	100,9	0,13
TP1_SUPPA	20,000	7,000	-19,981	-5,830	18,9	1170,1	102,7	100,8	1,82
TP2_SUPPA	20,000	7,000	-19,981	-5,830	18,9	1170,1	102,7	100,8	1,82
TP_TELLO	37,600	13,100	-37,533	-8,965	66,9	4135,4	102,6	99,4	3,16
MAROS-BOLANGI	8,638	-1,332	-8,617	-2,091	20,5	-3423,6	99,7	99,3	0,31
MAROS- SUNGGUMINASA1	0,828	-2,634	-0,827	-0,943	0,4	-3577,1	99,7	99,8	0,14
SIDRAP-MAROS1	-13,203	-1,111	13,214	0,291	10,9	-820,3	99,7	99,8	0,11
SIDRAP-MAROS2	-13,203	-1,111	13,214	0,291	10,9	-820,3	99,7	99,8	0,11
BAKARU-PINRANG	-69,414	23,767	71,076	-	1662,5	5059,3	100,0	99,8	0,18
BAKARU-POLMAS	-56,594	12,013	57,475	-9,524	881,5	2489,2	100,0	100,5	0,48
POLMAS-MAJENE1	-4,067	-3,517	4,074	2,858	6,9	-659,3	100,5	100,9	0,41
POLMAS-MAJENE2	-4,067	-3,517	4,074	2,858	6,9	-659,3	100,5	100,9	0,41
POLMAS-PARE	-54,092	14,883	55,244	-	1152,1	2317,7	100,5	100,7	0,20
MAJENE-MAMUJU1	-9,303	-3,912	9,328	3,314	25,7	-598,8	100,9	101,5	0,58

Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow MW	Losses		% Bus Voltage		% Drop		in Vmag
	MW	Mvar		Mvar	kW	kvar	From	To		
MAJENE-MAMUJU2	-9,303	-3,912	9,328	3,314	25,7	-598,8	100,9	101,5	0,58	
PINRANG-PARE	-94,464	11,189	95,725	-7,346	1261,6	3842,7	99,8	100,7	0,86	
PARE-BARRU	-13,268	0,342	13,309	-1,340	40,4	-998,3	100,7	100,9	0,24	
PARE-PANGKEP	7,397	-2,677	-7,371	0,493	26,6	-2183,2	100,7	100,6	0,08	
PARE-SIDRAP1	-61,406	14,494	61,800	-	393,8	1186,2	100,7	100,8	0,12	
PARE-SIDRAP2	-61,406	14,494	61,800	-	393,8	1186,2	100,7	100,8	0,12	
SUPPA-PARE1	-19,964	-5,998	19,981	5,830	16,8	-168,0	100,7	100,8	0,16	
SUPPA-PARE2	-19,964	-5,998	19,981	5,830	16,8	-168,0	100,7	100,8	0,16	
T14	40,700	15,000	-40,624	-	75,7	3094,5	102,5	102,6	0,10	
T18	31,000	-19,212	-30,936	21,828	64,0	2615,9	96,1	99,8	3,67	
BARRU-PANGKEP	27,270	-4,160	-27,090	3,662	179,7	-498,2	100,9	100,6	0,32	
PANGKEP-BOSOWA	13,970	25,677	-13,876	-	93,3	-114,7	100,6	99,4	1,16	
PANGKEP-TELLO	-15,920	17,646	16,058	-	137,7	-631,8	100,6	99,4	1,15	
IBT1_PGKEP	3,802	-7,271	-3,799	7,547	3,1	276,0	100,6	101,1	0,47	
IBT2_PGKEP	3,802	-7,271	-3,799	7,547	3,1	276,0	100,6	101,1	0,47	
IBT3_PGKEP	3,802	-7,271	-3,799	7,547	3,1	276,0	100,6	101,1	0,47	
BOSOWA-TELLO	-31,158	8,553	31,336	-8,579	178,7	-25,3	99,4	99,4	0,01	

TELLO- PANAKUKKANG1	32,661	9,691	-32,605	-9,811	55,5	-120,1	99,4	99,2	0,24
TELLO- PANAKUKKANG2	32,661	9,691	-32,605	-9,811	55,5	-120,1	99,4	99,2	0,24
TELLO- SUNGGUMINASA1	-123,986	-6,844	124,286	8,675	300,0	1831,3	99,4	99,8	0,34
TELLO- SUNGGUMINASA4	-123,986	-6,844	124,286	8,675	300,0	1831,3	99,4	99,8	0,34
TELLO-TELLOLAMA1	42,616	8,000	-42,547	-7,975	69,0	25,5	99,4	99,2	0,26
TELLO-TELLOLAMA2	42,616	8,000	-42,547	-7,975	69,0	25,5	99,4	99,2	0,26
IBT1_TELLO	24,331	12,479	-24,297	-8,294	33,6	4184,9	99,4	98,0	1,41
IBT3_TELLO	13,922	-7,652	-13,893	8,421	28,2	769,1	99,4	101,7	2,26
IBT5_TELLO	13,922	-7,652	-13,893	8,421	28,2	769,1	99,4	101,7	2,26
IBT1_TLAMA	2,989	0,097	-2,989	-0,059	0,4	37,8	99,2	99,1	0,05
IBT2_TLAMA	2,989	0,097	-2,989	-0,059	0,4	37,8	99,2	99,1	0,05
MAROS-SGMNSA	7,823	-0,503	-7,806	-2,949	17,2	-3451,2	99,8	99,3	0,44
SUNGGUMINASA- TNJUNGBUNGA1	24,902	4,419	-24,879	-4,505	22,8	-86,7	99,8	99,6	0,18
SUNGGUMINASA- TNJUNGBUNGA2	24,902	4,419	-24,879	-4,505	22,8	-86,7	99,8	99,6	0,18
TALLASA- SUNGGUMINASA1	-169,838	-14,100	171,251	23,112	1413,9	9011,8	99,8	101,2	1,44
TALLASA- SUNGGUMINASA2	-169,838	-14,100	171,251	23,112	1413,9	9011,8	99,8	101,2	1,44
TALLASA-PUNAGAYA	-131,795	-24,494	132,645	29,617	849,6	5122,9	101,2	102,7	1,51
TALLASA-PUNAGAYA2	-131,795	-24,494	132,645	29,617	849,6	5122,9	101,2	102,7	1,51



Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow	Losses		% Bus Voltage	% Drop	From	To	in Vmag
	MW	Mvar		MW	Mvar					
SIDRAO-SENGKANG1	-58,775	1,560	59,133	-0,323	358,4	1237,2	100,8	101,3	0,56	
SIDRAP-ENRKG	13,158	-0,016	-13,104	-2,159	53,9	-2174,6	100,8	100,2	0,61	
SIDRAP-MAKALE1	20,211	3,385	-20,079	-5,065	132,8	-1679,9	100,8	99,4	1,43	
SIDRAP-SENGKANG2	-58,775	1,560	59,133	-0,323	358,4	1237,2	100,8	101,3	0,56	
SIDRAP-SOPPENG1	-26,200	-4,308	26,395	4,083	194,8	-225,1	100,8	101,9	1,15	
SIDRAP-SOPPENG2	-26,200	-4,308	26,395	4,083	194,8	-225,1	100,8	101,9	1,15	
sidraplbt1	-2,220	10,423	2,254	-11,205	34,2	-782,0	100,8	99,8	1,03	
sidraplbt3	-2,220	10,423	2,254	-11,205	34,2	-782,0	100,8	99,8	1,03	
MAKALE-PALOPO1	15,058	4,599	-15,008	-4,862	49,6	-263,2	99,4	98,7	0,63	
MAKALE-PALOPO2	15,058	4,599	-15,008	-4,862	49,6	-263,2	99,4	98,7	0,63	
SIDRAP-ENRKG2	-7,071	-4,317	7,090	1,967	18,9	-2349,8	99,4	100,2	0,82	
linemaju	-20,199	-6,249	20,312	5,953	113,1	-295,9	101,5	102,6	1,09	
linemaju2	-20,199	-6,249	20,312	5,953	113,1	-295,9	101,5	102,6	1,09	
SOPPENG-BONE1	-5,644	-13,717	5,689	12,934	45,7	-783,6	101,9	103,1	1,19	
SOPPENG-BONE2	-5,644	-13,717	5,689	12,934	45,7	-783,6	101,9	103,1	1,19	
SOPPENG-SENGKANG1	-17,268	12,121	17,314	-12,772	46,3	-651,5	101,9	101,3	0,60	
SOPPENG-SENGKANG2	-17,268	12,121	17,314	-12,772	46,3	-651,5	101,9	101,3	0,60	
BONE-BULUKUMBA	-14,613	-0,293	14,758	-1,359	144,9	-1651,9	103,1	104,0	0,89	

BONE-SINJAI	-9,321	1,881	9,356	-2,950	35,5	-1069,1	103,1	103,2	0,03
SINJAI-BULUKUMBA	-21,539	-2,198	21,676	1,724	136,9	-473,9	103,2	104,0	0,86
BNTAENG- BULUKUMBA4	-9,827	10,240	9,874	-10,798	47,0	-557,1	104,0	103,4	0,66
JENEPONTO- BULUKUMBA1	-25,868	20,224	26,114	-20,065	245,6	159,5	104,0	102,9	1,09
BNTAENG-JNPNT0	16,123	-9,824	-16,042	9,394	80,2	-430,0	102,9	103,4	0,43
JENEPONTO-PNGYA	-27,519	12,594	27,548	-12,870	29,3	-275,3	102,9	102,7	0,20
JENEPONTO-PNGYA2	-27,519	12,594	27,548	-12,870	29,3	-275,3	102,9	102,7	0,20
PANGKEP70-MANDAI1	4,500	-2,266	-4,455	2,248	44,7	-17,9	101,1	101,0	0,06
PANGKEP70-MANDAI2	4,500	-2,266	-4,455	2,248	44,7	-17,9	101,1	101,0	0,06
PANGKEP70- TONASA701	1,198	11,373	-1,177	-11,384	21,0	-11,2	101,1	100,7	0,36
PANGKEP70- TONASA702	1,198	11,373	-1,177	-11,384	21,0	-11,2	101,1	100,7	0,36
MANDAI-DAYA	-0,215	-7,028	0,232	7,008	16,5	-20,0	101,0	101,4	0,44
MANDAI-TELLO70	-9,915	-1,152	9,972	1,206	56,9	54,1	101,0	101,7	0,70
DAYA-TELLO70	-23,782	7,277	23,927	-7,062	144,8	215,3	101,4	101,7	0,25
TELLO70-BORONGLOE	-6,112	-0,644	6,134	0,633	22,1	-10,3	101,7	102,1	0,43
TELOLAMA- BONTOALA1	2,989	0,059	-2,987	-0,104	1,8	-44,7	99,1	99,1	0,06
TELOLAMA- BONTOALA2	2,989	0,059	-2,987	-0,104	1,8	-44,7	99,1	99,1	0,06
TELLO30-BARAWAJA	24,297	8,294	-23,455	-7,101	842,9	1192,8	98,0	93,6	4,47
								18600,0	155499,0





**Program Studi D4 Teknik Pembangkit Energi**  
**Jurusan Teknik Mesin**  
**Politeknik Negeri Ujung Pandang**

**LEMBAR ASISTENSI**

Nama : Padhlani Qurrata A'yun  
NIM : 44217020  
Prodi / Jurusan : D4 Teknik Pembangkit Energi / Teknik Mesin

No.	Hari/Tanggal	Uraian Pengarah	Paraf Pengarah
1.	Sabtu 01/ Juni/2021	- Perbaiki/ koreksi Ringkasan	
2.	Kabon 03/ Juni/2021	- Rumusan masalah (perbaiki)	
3.	23 Juni 2021	- Perbaiki dan tambah kutipan dalam Paragraf	
4.	Senin 05 Juli 2021	- penulisan dan perbaikan Tabel, sesuai kaidah	
5.	13 Juli 2021	- Metode penelitian diperjelas	
6.	Kabon 18/Agust/2021	- Kesimpulan diperbaiki (sesuaikan dengan rumusan masalah)	
7.	Senin 6 Sept 2021	- Daftar pustaka ditambahkan dan masukkan jurnal internasional	
8.	Kamis 24/Sept/2021	- Masukkan Jurnal Internasional - ACC	

Makassar, 24- Sep - 2021

Pengarah

**Prof. Ir. Makmur Saini., M.T., Ph.D**  
**NIP: 19610623 198903 1 002**





**Program Studi D4 Teknik Pembangkit Energi**  
**Jurusan Teknik Mesin**  
**Politeknik Negeri Ujung Pandang**

**LEMBAR ASISTENSI**

**Nama : Padhlani Qurrata A'yun**

**NIM : 44217020**

**Prodi / Jurusan : D4 Teknik Pembangkit Energi / Teknik Mesin**

No.	Hari/Tanggal	Uraian Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	Rabu 18 Agustus 2021	- Konsultasi Data Penelitian	
2.	Kamis 19 Agustus 2021	- Konsultasi Data Penelitian - Asistensi Data	
3.	Jumat 30 Agust 2021	- Asistensi Flow chart - Isi dari Bab 4	
4.	Sabtu 31 Agustus 2021	- Asistensi Program ETAP - Asistensi SLD di ETAP	
5.	Senin 6 September 2021	- Konsultasi ETOF pada ETAP	
6.	Kamis 9 Sept 2021	- Konsultasi impedansi data pada ETAP	
7.	Selasa 14 September	- Asistensi Program - Run Load Flow Program	
8.	Senin 20 September 21	- Periksa data hasil Analisa - Periksa Keseluruhan Laporan	

**Makassar, 20/ - Sep - 2021**

**Pembimbing**

**Muhammad Ruswandi D, S.ST.,M.T**

**NIP: 19900311 201903 1 015**

### LEMBAR REVISI JUDUL SKRIPSI



Nama Mahasiswa

: Padhlani Qurrata A'yun

442 17 020

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1	Ir. Andreas Pangkung, M.T.		
2	Ir. Lewi, M.T.	Perjelas maksud dari kontingensi	<i>Acc</i> <i>[Signature]</i> 23/11
3	Ir. La Ode Musa, M.T.	Ket. Tabel Nilai Terbesar Disetrap tabel disesuaikan Ket. Satuan di Tabel Penjelasan Nilai Minus & Plus pada Tabel, kesimpulan	<i>[Signature]</i> 23/11

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
4	Ir. Herman, M.T.	Buat Contoh Manual dan Program	 
5	Prof. Ir. Makmur Saini, M.T., Ph.D.		
6	Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.		

Makassar, September 2021  
Ketua/Sekretaris Panitia Ujian Skripsi,



Ir. Lewi, M.T.  
NIP

Catatan: Jika ada perubahan Judul Skripsi, konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik