

TUGAS AKHIR

**ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PADA PT.PLN
PERSERO UNIT PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh:

Kurnia Indrawan

NPM: 1407220004



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

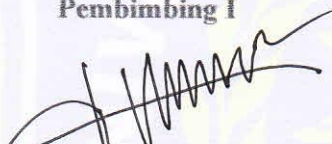
**“ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PADA PT.PLN
PERSERO UNIT PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP”**

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas –Tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
(15 Oktober 2018)

Oleh :
Kurnia Indrawan
1407220004

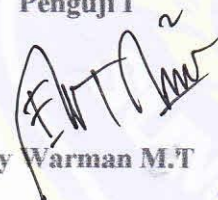
Pembimbing I


Zulfikar S.T, M.T

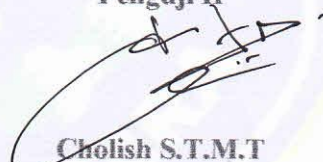
Pembimbing II


Partaonah Harahap S.T.M.T

Penguji I


Ir. Edy Warman M.T

Penguji II


Cholish S.T.M.T

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro




Faisal Irsan Pasaribu S.T.M.T

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Kurnia indrawan
NPM : 1407220004
Tempat / Tgl Lahir : Porsea / 18 Juli 1997
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro



Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

**“ ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PADA PT.PLN
PERSERO UNIT PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP ”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2018

Gaya yang menyatakan



Kurnia Indrawan
KURNIA INDRAWAN

1407220004

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurah pada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul berjudul **“Analisa Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pada PT.PLN (Persero) Unit Pembantu Sektor Medan Titi Kuning Menggunakan Software ETAP”**. Adapun maksud dan tujuan dari penulis skripsi ini adalah untuk memenuhi hasil ah syarat dalam menyelesaikan program sarjana Strata Satu di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Penulisan mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah di berikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terima kasih tersebut saya sampaikan kepada:

1. Ayahanda tercinta Aceh Suhery dan Ibunda Tercinta Marsiah Suriani Br. Tambunan. Orang tua penulis telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik motivasi, nasehat, materi maupun do'a.
2. Bapak Dr. Agussani MAP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Partaonan Harahap S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Zulfikar, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Sahabat A1 Pagi yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu-persatu, semua teman-teman saya yang telah banyak memberikan saya semangat, dukungan, motivasi dan do'a.

Penulis menyadari adanya kemungkinan terjadi kekeliruan ataupun kelebihan dan kekurangan serta kesalahan-kesalahan di dalam penyusunan tugas akhir ini, mungkin masih banyak kekurangannya. Oleh sebab itu saya mengharapkan kritik dan saran. Semoga tugas akhir ini dapat membawa manfaat yang sebesar-besarnya bagi penulis sendiri maupun bagi dunia pendidikan pada umumnya, khususnya untuk Fakultas Teknik Elektro. Terima kasih atas segala perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 15 Oktober 2018

Penulis,

Kurnia Indrawan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Representasi Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.2.1 Generator Sinkron.....	9
2.2.2 Bus Referansi	9
2.2.3 Bus Generator	9
2.2.4 Bus Beban	10
2.2.5 Transformator	10
2.2.6 Saluran Transmisi	11
2.2.7 Kapasitor dan Reaktor Shunt	12

2.2.8 Kapasitansi dan Reaktansi Kapasitif	13
2.2.9 Beban.....,	15
2.2.10 Diagram Satu Garis	16
2.3 Persamaan Aliran Daya	19
2.4 Pengenalan ETAP	20
2.4.1 Fitur Lengkap ETAP	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	25
3.1.1 Tempat Penelitian	25
3.1.2 Waktu Penelitian	25
3.2 Peralatan Penelitian	25
3.3 Data Penelitian	25
3.4 Flowchart Penelitian.....	26
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Perhitungan Aliran Daya Menggunakan Software ETAP	27
4.2 Mode Single Line Diagram	28
4.3 Hasil Running Software ETAP	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Bus Pada Sistem Tenaga	10
Tabel 2.2 Nama Peralatan Dan Lambang Peralatan	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Generator Sinkron	9
Gambar 2.2 Gambar Transformator	11
Gambar 2.3 Gambar <i>single line diagram</i>	15
Gambar 2.4 Diagram satu garis suatu sistem tenaga listrik	17
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	26
Gambar 4.1. <i>one line</i> diagram pada software <i>ETAP Power Station 12.6.0</i>	28
Gambar 4.2. <i>One line</i> diagram pada software <i>ETAP Power Station 12.6.0</i>	29

ABSTRAK

Studi analisis aliran daya dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai aliran daya atau tegangan pada suatu jaringan sistem tenaga listrik. Manfaat dari analisis aliran daya listrik adalah untuk mengetahui kondisi keseluruhan dari suatu sistem tenaga listrik apakah masih memenuhi batas-batas yang telah ditentukan serta untuk mengetahui besar losses yang ada. Perhitungan aliran daya saat ini telah banyak menggunakan aplikasi komputer, tujuannya untuk mempermudah dan mendapatkan hasil yang lebih akurat. Dalam penelitian ini digunakan Software ETAP yang menggunakan metode perhitungan, Newton Raphson karena dianggap efektif dan menguntungkan untuk sistem jaringan yang besar. Studi aliran daya merupakan penentuan atau perhitungan tegangan, arus, sudut fasa, 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. Hasil penganalisaan didapati bahwa kondisi sistem kelistrikan PT. PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV masih dalam kondisi baik karena tidak melebihi batas toleransi yang diperbolehkan untuk suatu nilai tegangan adalah dibawah 10% dan diatas 5 %. Tegangan terendah pada sistem kelistrikan sektor Medan Titi Kuning terjadi di Bus Gis Listrik yaitu sebesar 20 kV hal ini disebabkan karena Bus yang terletak cukup jauh dari sumber pembangkit dan juga karena besarnya jumlah beban yang harus dipenuhi oleh Bus tersebut. Daya nyata dan daya reaktif terbesar yang mengalir pada jaringan transmisi sektor Medan sebesar 63,441 MVA dan 32,64MVar dari PLTD Titi Kuning – Bus Namorambe.

Kata Kunci : Aliran Daya, ETAP.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Studi aliran daya adalah studi yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya dan tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak. Informasi ini sangat dibutuhkan guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga listrik dan menganalisa kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Analisa ini memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat. Analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik memerlukan representasi atau pemodelan komponen sistem tenaga listrik.

Suatu sistem kelistrikan tiga fasa yang seimbang selalu diselesaikan per fasa dan digambarkan dalam diagram satu garis yang sesuai dengan sistem tersebut. Tujuan diagram satu garis itu adalah untuk memberikan semua informasi yang diperlukan. Dalam berbagai kasus, diagram satu garis berbeda-beda sesuai dengan persoalan yang akan diselesaikan. Misalnya dalam studi aliran daya, beban-beban dan hambatan-hambatan seperti impedansi, resistansi dan induktansi harus digambarkan. Tempat netral ke tanah tidak perlu digambarkan. Sebenarnya pengabaian ini bertujuan untuk menyederhanakan perhitungan terutama jika perhitungan dilakukan secara manual. alasan lain diperlukan studi aliran daya, ketika sistem tenaga listrik diperluas dengan menambah jaringan transmisi dan beban untuk memenuhi perkembangan kebutuhan tenaga listrik suatu daerah. Dengan studi semacam ini akan menjamin bahwa sistem tenaga yang baru dapat memenuhi kebutuhan listrik secara ekonomis, efisien dan aman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat di ambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi aliran daya dan tegangan sistem pada jaringan listrik Medan Titi Kuning.
2. Mendapatkan dan menganalisis besar tegangan pada tiap bus, sudut fasa pada tiap bus, daya aktif pada saluran, dan daya reaktif pada saluran serta rugi-rugi daya transmisi dengan menggunakan *software ETAP*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah maka tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas ahir ini adalah sebagai berikut

1. Mendapatkan dan menganalisis besar tegangan pada tiap bus, sudut fasa pada tiap bus, daya aktif pada saluran, dan daya reaktif pada saluran serta rugi-rugi daya transmisi dengan menggunakan *software ETAP*.
2. Menganalisa kondisi aliran daya dan tegangan sistem pada jaringan listrik Medan Titi Kuning.

1.4 Batasan Masalah

Dikarenakan banyaknya cakupan permasalahan yang terdapat pada penulisan tugas ahir ini maka penulis perlu untuk membatasi masalah yaitu:

1. Analisa aliran daya listrik memanfaatkan data hasil yang di dapat dari PT.PLN (Persero) Unit Pembantu Sektor Medan Titi Kuning.
2. Data yang di gunakan adalah data tahun 2016.

3. *Software* yang digunakan adalah *ETAP*.
4. Pembahasan tentang komponen sistem tenaga listrik yang berhubungan dengan studi aliran daya sistem tenaga listrik, dilakukan hanya untuk memperoleh persamaan matematika yang akan mewakili komponen tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi pihak Universitas, dapat mengetahui sistem kelistrikan Medan Titi Kuning dan parameter-parameter yang berhubungan dengan sistem kelistrikan Medan Titi Kuning, untuk di lakukan kajian dalam proses belajar mengajar dalam perkuliahan.
2. Bagi pihak Perusahaan, dapat membandingkan efektifitas penggunaan *software* pada Tugas Akhir ini dan *software* yang digunakan pada perusahaan saat ini.
3. Bagi Mahasiswa, dapat mengetahui parameter-parameter yang berhubungan dalam proses penyaluran energy listrik dari pembangkitan sampai ke beban.

1.6 Metode penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah

1. Studi literatur

Mempelajari dan memahami buku-buku dan jurnal yang sudah ada sebelumnya untuk dijadikan sebagai acuan dan referensi guna membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

2. Mengumpulkan data-data dari pusat pembangkitan energi listrik dan data-data dari penelitian yang terkait untuk digunakan sebagai acuan untuk melakukan penganalisaan pada aliran daya listrik.
3. Mendapatkan dan menganalisis besar tegangan pada tiap bus, sudut fasa pada tiap bus, daya aktif pada saluran, dan daya reaktif pada saluran serta rugi-rugi daya transmisi.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas ahir ini di sajikan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas tentang representasi sistem tenaga listrik, dan *Software ETAP* yang digunakan untuk mensimulasikan aliran daya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang metodologi penelitian pengambilan data-data yang di perlukan untuk proses pengujian menggunakan *Software ETAP*.

BAB IV : ANALISA DAN PAMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari analisis aliran daya yang di dapatkan dari penggunaan software *ETAP*.

BAB V : PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan yang telah di dapat dari hasil penganlisaan serta saran untuk penelitian lanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Analisis aliran daya merupakan dasar untuk mempelajari sistem tenaga bahkan bentuk aliran daya merupakan inti dari analisis aliran daya, studi aliran daya sangat berharga untuk berbagai alasan, analisis aliran daya memainkan peran kunci dalam perencanaan penambahan atau ekspansi pada transmisi dan fasilitas pembangkit. Solusi dari aliran daya sering menjadi titik awal untuk banyak jenis analisa sistem tenaga, analisa aliran daya dan banyak perluasannya merupakan unsur penting dari studi yang dilakukan dalam operasi sistem tenaga listrik.

Beberapa penelitian tentang Analisis aliran daya yang dilakukan yaitu :

Antonius Ibi Wiking (2012), melakukan penelitian tentang pengembangan analisis aliran daya dengan memperhitungkan kualitas energy listrik yang menunjukkan bahwa penurunan tegangan pada sumber ternyata menimbulkan kerugian total daya yang cukup besar, hal ini terjadi karena dengan menurunnya tegangan sumber maka menurun pula tegangan beban yang menyebabkan timbul arus yang besar.

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

Rudi Salman, Mustamam, Arwandi Sinuraya (2012), melukan penelitian tentang simulasi dan analisis aliran daya pada sistem tenaga listrik menggunakan perangkat lunak *electrical transient analisis* (ETAP) versi 4.0. Daya aktif terbesar mengalir dari Bus Tebing Tinggi ke Bus Sai Rotan sebesar 133.04 MW, dan daya reaktif terbesar mengalir dari Bus Belawan ke Bus Sai Rotan sebesar 66.80 MVar.

Wiwik handajadi (2014), melakukan penelitian tentang analisa perbaikan tegangan pada subsistem dengan pemasangan kapasitor bank dengan etap versi 7.0, penelitian dilakukan pada jaringan transmisi 150 kV wilayah sub sistem padan, dari hasil simulasi menggunakan etap versi 7.0 rugi-rugi daya nyata sebelum pemasangan kapasitor bank pada transmisi 150 kV di wilayah subsistem padan menunjukkan nilai yang cukup tinggi yakni 16.34 MW, setelah dilakukan pemasangan kapasitor bank maka terjadi pengurangan rugi-rugi daya nyata menjadi 13.42 MW.

Adip Gustian Nigara (2015) Analisis aliran daya sistem tenaga listrik pada bagian *texturizing* di PT. ASIA PASIFIC FIBERS TBK KENDAL menggunakan *software* etap *power station* 4.0. Mengatakan bahwa kondisi kelistrikan secara keseluruhan sudah baik

dan sesuai persyaratan dengan klasifikasi total daya aktif sebesar 6230 kW daya reaktif sebesar 345 kVar dan daya semu sebesar 6240 kVA, sementara rugi-rugi untuk daya aktif adalah sebesar 18 kW, dan untuk daya reaktif sebesar 217 kVar.

Ferdian Ariesta, Satriadi Hernanda, Rony Seto Wibowo(2013), analisis aliran daya menggunakan metode probabilistik pada sistem interkoneksi 500 kV Jawa-Bali mengatakan bahwa dari hasil simulasi didapatkan deviasi beban MW terbesar pada saluran terjadi pada saluran dari Bus 25 ke Bus 18 dengan nilai

deviasi 17.5524 %, sedangkan untuk deviasi beban MW terendah terjadi pada saluran 9 ke Bus 12 dengan nilai deviasi sebesar 6.5723 MW.

2.2. Representasi Sistem Tenaga Listrik

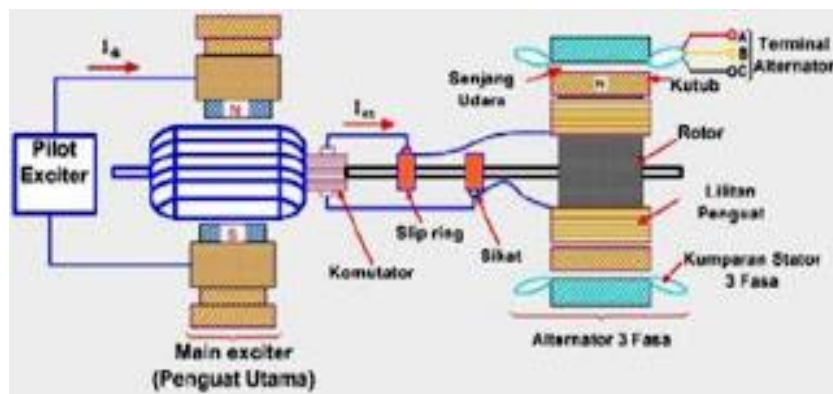
Sistem tenaga listrik adalah salah satu dari alat-alat untuk mengubah dan memindahkan energi yang mempunyai peranan penting dalam menyediakan kebutuhan energi di dunia. Sistem tenaga listrik secara umum terdiri dari 3 bagian utama yaitu pusat pembangkit listrik, saluran transmisi dan sistem distribusi, kadang kadang dalam literature yang lain ditambahkan substation (Gardu Induk)[1].

Pada umumnya energi listrik yang di hasilkan pusat-pusat pembangkit (*electric power station*) letaknya tidak dekat dengan pusat-pusat beban (*load center*) yang akan di layani, energi listrik yang dihasilkan tersebut akan di salurkan ke pusat-pusat beban melalui jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Masing-masing sistem di atas dibentuk oleh beberapa komponen atau beberapa peralatan yang saling berhubungan contohnya suatu generator terdiri dari generator serempak, penguat (*exiter*) sistem pengatur tegangan (*voltage regulator*), dan komponen-komponen lainnya.

Pada sistem transmisi terdiri dari saluran transmisi, transformator, peralatan rele pengaman, dan pemutus rangkaian, kapasitor, reaktor, dan lain sebagainya. Sedangkan pada sistem beban biasanya terdiri dari beban yang berupa motor-motor induksi, motor-motor sinkron, penerangan, pemanas, dan lain-lain.

2.2.1. Generator Sinkron

Generator sinkron adalah mesin sinkron yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik atau fluksi yang kemudian mengubah energi listrik. Azas generator yang bekerja berdasarkan : Hukum Induksi Faraday : “Apabila jumlah garis gaya yang melalui kumparan diubah, maka gaya gerak listrik diinduksikan dalam kumparan itu. Besarnya gaya gerak listrik yang diinduksikan berbanding lurus dengan laju perubahan jumlah garis gaya melalui kumparan”[2].



Gambar 2.1 Gambar Generator Sinkron

2.2.2. Bus Referensi (Swing atau Slack Bus)

Bus ini berfungsi untuk mensuplai kekurangan daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dalam sistem. Parameter atau besaran yang di tentukan adalah tegangan (V) dan sudut fasa (δ). Setiap sistem tenaga listrik hanya terdapat 1 bus referensi, yaitu bus yang didalamnya terdapat pembangkit atau generator yang memiliki kapasitas terbesar di antara pembangkit yang lain didalam sistem [3].

2.2.3. Bus generator (*Voltage Control Bus*)

Bus ini merupakan bus yang tegangannya dapat dikontrol melalui pengaturan daya reaktif agar tegangannya tetap. Parameter atau besaran yang diketahui adalah daya aktif (P) dan tegangan (V). Bus ini dinamakan PV bus [3].

2.2.4. Beban (*Load Bus*)

Bus ini adalah bus yang terhubung dengan beban sistem. Parameter atau besaran yang ditentukan adalah daya aktif (P) dan daya reaktif (Q), maka bus ini di sebut juga PQ bus. Klasifikasi bus pada sistem tenaga dapat di lihat pada Table berikut [3].

Tabel 2.1 Klasifikasi Bus Pada Sistem Tenaga

Jenis Bus	Besaran yang diketahui	Besaran yang tidak diketahui
Bus beban (atau rel PQ)	P, Q	V, δ
Bus generator atau Bus kontrol tegangan (atau Bus PV)	P, V	Q, δ
Bus pedoman atau <i>slack bus</i>	V, $\delta = 0$	P, Q

2.2.5. Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Jika transformator menerima energi pada tegangan rendah dan

mengubahnya menjadi tegangan yang lebih tinggi, ia disebut transformator penaik (step-up). Jika transformator diberi energi pada tegangan tertentu dan mengubahnya menjadi tegangan yang lebih rendah, ia disebut transformator penurun (step-down) [4].



Gambar 2.2 Gambar Transformator

2.2.6. Saluran Transmisi

Saluran transmisi tegangan tinggi mempunyai tegangan 70kV, 150kV, atau 500kV. Khusus untuk tegangan 500kV dalam praktek saat ini disebut sebagai tegangan ekstra tinggi. Setelah tenaga listrik disalurkan, maka sampailah tegangan listrik ke gardu induk, lalu diturunkan tegangannya menggunakan transformator step-down menjadi tegangan menengah yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Kecenderungan saat ini menunjukkan bahwa tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah tegangan 20kV. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM), maka tenaga listrik kemudian diturunkan lagi tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, yaitu tegangan 380/220 volt, lalu

disalurkan melalui Jaringan Tegangan Rendah (JTR) ke rumah-rumah pelanggan (konsumen) PLN [5].

2.2.7. Kapasitor dan Reaktor Shunt

Faktor daya rendah menyebabkan beban akan menarik daya reaktif yang cukup tinggi dan daya nyata secara keseluruhan yang ditarik dari instalasi menjadi besar. Pemasangan kapasitor shunt menurunkan daya nyata (VA) yang diserap dari sumber. Penurunan nilai VA ini merupakan selisih antara daya nyata terukur sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor shunt [6].

Untuk mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan listrik jangka panjang, maka dalam penelitian ini mengambil langkah dengan menginterkoneksi system pembangkit yang ada dengan pembangkit yang lain melalui saluran transmisi 150 KV pada saat beban tinggi dan melepas system interkoneksi pada beban ringan, namun dampak yang timbul akan berdampak terhadap perubahan tegangan pada Gardu-gardu induk, melebihi batas toleransi yang di ijin, Dengan memasang reaktor shunt pada gardu induk gardu induk tersebut kestabilan tegangan sistem dapat dipertahankan dimana reaktor shunt dapat berfungsi digunakan untuk menstabilkan tegangan listrik baik saat tegangan listrik turun atau tegangan naik melebihi dari batasan toleransinya [7].

2.2.8. Kapasitansi Dan Reaksitansi Kapasitif

Kapasitansi saluran transmisi adalah akibat beda potensial antara penghantar dengan penghantar atau penghantar dengan *ground* (tanah), Kapasitansi menyebabkan penghantar tersebut bermuatan seperti yang terjadi pada plat kapasitor bila terjadi beda potensial di antaranya, kapasitansi antara penghantar

sejajar dan penghantar ke *ground* adalah suatu konstanta yang tergantung pada tegangan dan jarak pemisah antar penghantar, untuk saluran daya yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil), pengaruh kapasitansinya kecil dan biasanya dapat diabaikan, untuk saluran- saluran yang lebih panjang dengan tegangan yang lebih tinggi, kapasitansinya menjadi bertambah besar dan tidak bisa diabaikan lagi.

Suatu tegangan bolak-balik yang terpasang pada saluran transmisi akan menyebabkan muatan pada penghantar-penghantarnya di setiap titik bertambah atau berkurang sesuai dengan kenaikan dan penurunan nilai sesaat tegangan antara penghantar pada titik tersebut. Aliran muatan listrik dan arus yang di sebabkan oleh pengisian dan pengosongan bolak-balik (*alternate charging and discharging*) saluran karena tegangan bolak-balik disebut arus pengisian saluran. Arus pengisian mengalir dalam saluran transmisi meskipun saluran itu dalam keadaan terbuka. Hal ini mempengaruhi jatuh tegangan sepanjang saluran, efisiensi dan faktor daya saluran serta kestabilan sistem di mana saluran tersebut merupakan salah satu bagiannya (Budianto, 2012).

Untuk keperluan analisa dan perhitungan maka diagram pengganti biasanya dibagi dalam 3 kelas, yaitu:

1. Saluran pendek (< 80 km)
2. Saluran menengah ($80-250$ km)
3. Saluran panjang (> 250 km)

Klasifikasi saluran transmisi harus didasarkan atas besar kecilnya kapasitansi ke tanah. Jadi bila kapasitansi ke tanahnya kecil dengan demikian arus bocor ke tanah kecil terhadap arus beban, maka dalam hal ini kapasitansi ke tanah

dapat diabaikan dan dinamakan saluran pendek. Tetapi bila kapasitansi ke tanah sudah mulai besar sehingga tidak dapat diabaikan tetapi belum begitu besar sekali sehingga masih dapat dianggap seperti kapasitansi terpusat (*lumped capacitance*) dan ini dinamakan saluran menengah. Bila kapasitansi itu besar sekali sehingga tidak mungkin lagi dianggap sebagai kapasitansi terpusat dan harus dianggap terbagi rata sepanjang saluran, maka dalam hal ini dinamakan saluran panjang. Seperti diketahui semakin tinggi tegangan operasi maka kemungkinan timbulnya korona akan sangat besar. Korona ini akan memperbesar kapasitansi, dengan demikian memperbesar arus bocor. Jadi ada kalanya walaupun panjang saluran hanya 50 km, misalnya bila tegangan kerja sangat tinggi tegangan ekstra tinggi (EHV), apalagi tegangan ultra tinggi (UHV) maka kapasitansi relatif besar sehingga tidak mungkin lagi diabaikan walaupun panjang saluran hanya 50 km.

2.2.9. Beban

Di dalam menganalisa suatu sistem tenaga listrik beban tidak diberikan secara lengkap, untuk merepresentasikan suatu beban dari suatu sistem tenaga listrik sangat penting untuk mengetahui variasi daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) terhadap variasi tegangannya.

Di dalam menganalisa suatu sistem tenaga listrik, terdapat 3 cara untuk merepresentasikan suatu beban, antara lain:

1. Representasi beban dengan daya tetap

Dalam hal ini daya aktif P (MW), maupun daya reaktif Q (MVar) dianggap konstan, representasi beban ini digunakan merepresentasikan beban untuk studi aliran daya.

2. Representasi beban dengan arus tetap

Dalam hal ini arus dihitung sebagai;

$$I = \frac{P-jQ}{V^*} = I \angle (\theta - \phi), \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana : $V = V \angle \theta$, dan $\phi = \tan^{-1}$ = sudut daya (*power factor angle*),

Besaran skalar (*magnitude*) dari arus I dijaga agar tetap konstan.

3. Representasi beban dengan impedansi tetap. Untuk merepresentasikan suatu beban dengan impedansi tetap, daya yang diserap oleh beban dikonversikan ke dalam bentuk impedansi seri atau parallel. Representasi beban dengan impedansi tetap ini biasanya digunakan pada studi stabilitas suatu sistem tenaga listrik.

2.2.10. Diagram Satu Garis

Diagram segaris (*single line diagram*) merupakan diagram dari suatu sistem tenaga listrik yang sederhana, yang menunjukkan penggambaran dari penyelesaian sistem tiga fasa yang seimbang dengan menggunakan rangkaian satu fasa dimana sebuah jalur netral sebagai jalan balik.



Gambar 2.3 *single line diagram*

Selanjutnya diagram tersebut seringkali disederhanakan lagi dengan mengabaikan jalur netralnya dan hanya menunjukkan bagian-bagian komponen

dengan lambang standar sebagai pengganti rangkaian ekivalennya. Dengan demikian diagram satu garis menunjukkan suatu garis tunggal dan lambang-lambang standar saluran transmisi serta peralatan-peralatan yang berhubungan dengan sistem tenaga listrik.

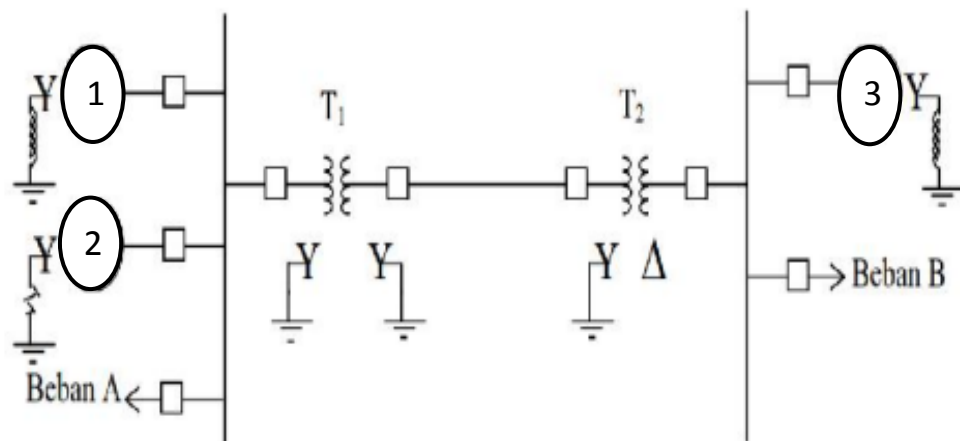
Penggambaran dari diagram satu garis bertujuan untuk memberikan keterangan-keterangan yang penting mengenai sistem tenaga listrik secara singkat. Tetapi untuk mengetahui gambaran dari suatu sistem tenaga listrik dalam keadaan berbeban atau pada saat sistem mengalami gangguan, maka sebelumnya diagram satu garis tersebut harus diubah menjadi diagram impedansi yang menunjukkan rangkaian ekivalen masing-masing komponen sistem tersebut dengan berpedoman pada salah satu sisi yang sama pada transformator.

Keterangan mengenai sifat-sifat yang penting dari suatu sistem berbeda-beda tergantung dari masalah yang akan ditinjau sesuai dengan maksud dari diagram tersebut dibuat misalnya, dalam penyelesaian studi aliran daya, lokasi dari pemutus rangkaian dan relay tidaklah penting. Karena itu pemutus dan relay tidak diperlihatkan apabila fungsi utama dari diagram tersebut adalah untuk memberikan keterangan mengenai studi semacam itu.

Diagram satu garis juga memberikan keterangan mengenai transformator arus dan transformator tegangan yang menghubungkan relay-relay ke sistem atau yang hanya dipasang untuk keperluan pengukuran. Keterangan yang diperoleh dari diagram satu garis diharapkan dapat berubah-ubah menurut masalah yang sedang dihadapi.

Gambar (2.1.) merupakan contoh diagram satu garis dari suatu sistem tenaga listrik yang sangat sederhana. Dua buah generator dimana yang satu


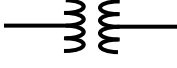
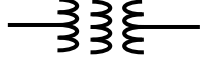
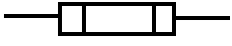

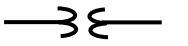






ditanahkan melalui sebuah reaktor dan yang satu lagi melalui sebuah resistor. Kedua generator tersebut dihubungkan ke sebuah rel daya dan melalui sebuah transformator penaik tegangan (*step up* transformator) ke saluran transmisi. Sebuah generator yang lain, yang ditanahkan melalui sebuah reaktor dihubungkan ke sebuah rel daya melalui sebuah transformator pada ujung yang lain dari saluran transmisi tersebut. Disamping terhubung dengan generator, masing-masing rel daya juga terhubung dengan sebuah beban. Keterangan mengenai beban, rating generator, tranformator, dan reaktansi-reaktansi pada berbagai komponen rangkaian biasanya juga tercantum pada diagram satu garis tersebut.



Gambar 2.4 Diagram satu garis suatu sistem tenaga listrik

Lembaga Standar Nasional Amerika (*American Nasional Standar Institute–ANSI*) dan Lembaga Insinyur Listrik dan Elektronika (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) telah menerbitkan suatu himpunan lambang standar untuk diagram-diagram listrik. Tabel (2.2) menunjukkan lambang-lambang peralatan yang sering digunakan dalam menggambar diagram satu garis.

Table 2.2. Nama peralatan dan lambang peralatan

NO.	Nama Peralatan	Lambang
1.	Mesin arus jangkar berputar	
2.	Transformator daya dua kumparan	
3.	Transformator daya tiga kumparan	
4.	Sekering (fuse)	
5.	Transformator arus	
6.	Transformator potensial	
7.	Ampere meter	
8.	Volt meter	
9.	Pemutus rangkaian daya	
10.	Pemutus rangkaian udara.	
11.	Hubungan delta tiga kawat/tiga fasa	
12.	Hubungan wye (Y) tiga fasa netral tak di tanahkan	Y
13.	Hubungan wye (Y) tiga fasa netral di tanahkan	Y 

2.3. Persamaan Aliran Daya

Dalam analisis rangkaian listrik, dilakukan idealisasi sumber tegangan dinyatakan sebagai sumber tegangan ideal atau sumber arus ideal, dan beban dinyatakan sebagai impedansi dengan karakteristik linier, sumber tegangan ideal

memberikan daya ke rangkaian pada tegangan tertentu, berapapun besar arus yang dibutuhkan oleh rangkaian sumber arus ideal memberikan daya ke rangkaian pada arus tertentu, berapapun tegangan yang diperlukan oleh rangkaian, oleh karena itu apabila rangkaian merupakan rangkaian linier, terdapat hubungan linier antara tegangan, arus dan impedansi, sehingga dalam melakukan analisis kita menghadapi persamaan-persamaan linier.

Pengubah rangkaian yang dilibatkan langsung dalam perhitungan adalah tegangan dan arus, sedangkan daya dihitung sebagai perkalian tegangan dan arus. Tegangan dan arus memberikan relasi-relasi linier sedangkan relasi daya tidaklah linier. Analisis aliran daya pada sistem tenaga, bertujuan untuk melihat bagaimana aliran daya dalam sistem, peubah yang terlibat dalam perhitungan adalah daya, dengan menggunakan daya sebagai peubah sebagai peubah dalam perhitungan, maka persamaan yang kita hadapi menjadi bukan persamaan linier. Sumber daya merupakan sumber daya yang hanya boleh beroperasi pada batas daya dan tegangan tertentu, sementara itu beban adalah bagian rangkaian yang menyerap daya, sehingga dapat dinyatakan sebagian besar daya yang diminta atau diperlukan pada tegangan tertentu. Suatu permintaan daya hanya dapat dilayani selama pembebanan tidak melampaui batas daya yang mampu disediakan oleh sumber daya. Jadi walaupun rangkaian tetap rangkaian linier namun relasi daya antara sumber dan beban tidaklah linier. Oleh karena itu jika persamaan rangkaian dengan daya sebagai peubah merupakan persamaan nonlinier.

2.4. Pengenalan *ETAP*

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat didalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

ETAP (Electrical Transient Analisis Program) Power Station juga merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan software ETAP Power Station akan dapat menganalisis sistem tenaga listrik yang sangat luas [8].

ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas kearnanan fasilitas nuklir di Arnerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara real time, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik, (Awaluddin, 2007). ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (one line diagram) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, transient stability, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi.

Etap Power Station memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan tampilan gambar single line diagram/diagram satu garis. Program ini dirancang sesuai dengan tiga konsep utama:

1. Virtual Reality Operasi

Sistem operational yang ada pada program sangat mirip dengan sistem operasi pada kondisinya. Misalnya, ketika Anda membuka atau menutup sebuah sirkuit breaker, menempatkan suatu elemen pada sistem, mengubah status operasi suatu motor, dan untuk kondisi de-energized pada suatu elemen dan sub-elemen sistem ditunjukkan pada gambar single line diagram dengan warna abu-abu.

2. Total Integration Data

Etap Power Station menggabungkan informasi sistem elektrik, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari suatu elemen yang dimasukkan dalam sistem database yang sama. Misalnya, untuk elemen sebuah kabel, tidak hanya berisikan data kelistrikan dan tentang dimensi fisiknya, tapi juga memberikan informasi melalui raceways yang dilwati oleh kabel tersebut. Dengan demikian, data untuk satu kabel dapat digunakan untuk dalam menganalisa aliran beban (load flow analysis) dan analisa hubung singkat (short-circuit analysis) yang membutuhkan parameter listrik dan parameter koneksi serta perhitungan ampacity derating suatu kabel yang memerlukan data fisik routing.

3. Simplicity in Data Entry

Etap Power Station memiliki data yang detail untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. Data-data yang ada pada program ini telah dimasukkan sesuai dengan data-data yang ada di lapangan untuk berbagai jenis analisa atau desain.

2.4.1. Fitur Lengkap ETAP

1. Network Analysis :

- Arc Flash
- Short Circuit
- Device Coordination & Sequence of Operation
- Load Flow
- Load Analyzer
- Motor Acceleration
- Harmonics
- Transient Stability
- Parameter Estimation
- Panel Systems
- Switching Sequence Management

2. Cable Systems :

- Cable Ampacity & Sizing
- Cable Pulling
- Load Flow
- U/G Duct Banks
- Thermal Analysis

3. DC Systems :

- Load Flow & Short Circuit
- Battery Systems
- Control Systems

4. Transmission & Distribution :

- Transmission Line
- Sag & Tension
- Multi-Phase System
- Unbalanced Load Flow
- Optimal Power Flow
- Capacitor Placement
- Reliability Assessment
- Ground Grid Systems
- Wind Turbine Generator
- GIS Map

5. Real-Time Solutions :

- Monitoring & Trending
- State Estimator
- Event Playback
- Remote Control & Automation
- Energy Accounting

- Real-Time Simulation
- Load Forecasting
- Intelligent Load Shedding
- Automatic Generation Control
- Substation Automation

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Dilaksanakan di PT.PLN (Persero) UPB Medan Titi Kuning yang beralamat di Jl.Brigjen Katamso KM 5.5, Titi Kuning, Medan Johor, Sumatera Utara 20219.

3.1.2. Waktu

Dilaksanakan pada tanggal 9 Juli 2017 – 9 Agustus 2017

3.2. Peralatan Penelitian

Adapun peralatan penelitian yang digunakan oleh penulis didalam penelitian adalah :

1. Satu unit laptop Aspire E1-410
2. Buku dan pulpen
3. Software ETAP

3.3. Data Penelitian

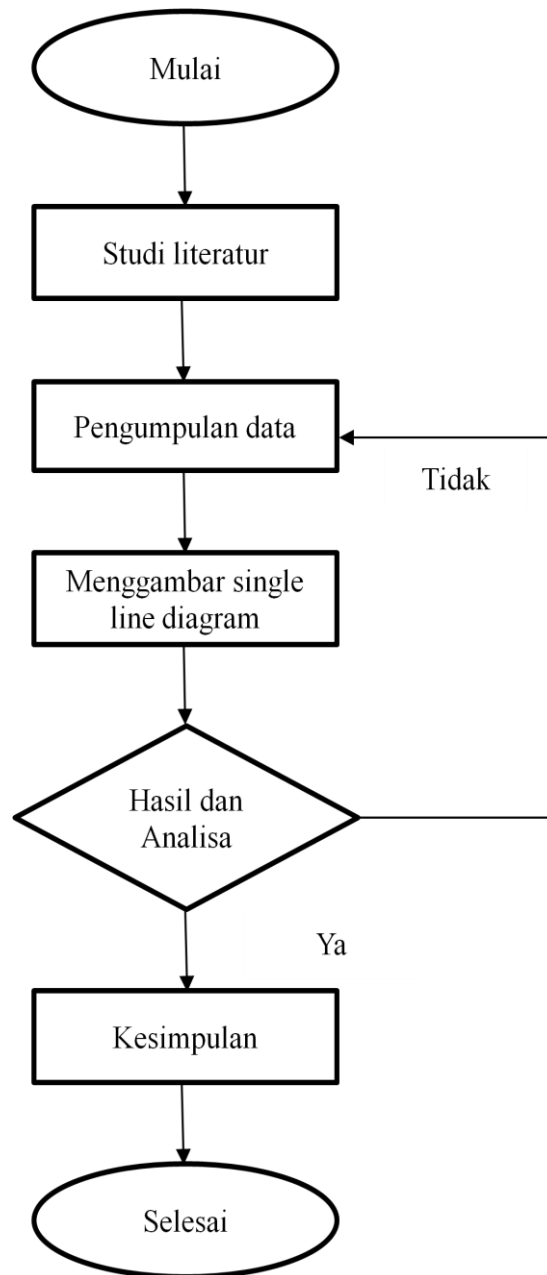
Adapun data penelitian yang didapat pada penelitian di PT.PLN (Persero) UPB Medan Titi Kuning adalah data tahun 2016 yaitu :

1. Data pembangkit
2. Data beban

3. Data saluran

3.4. Flowchart Penelitian

Adapun proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan dijelaskan dalam bentuk alur diagram *flowchart* berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

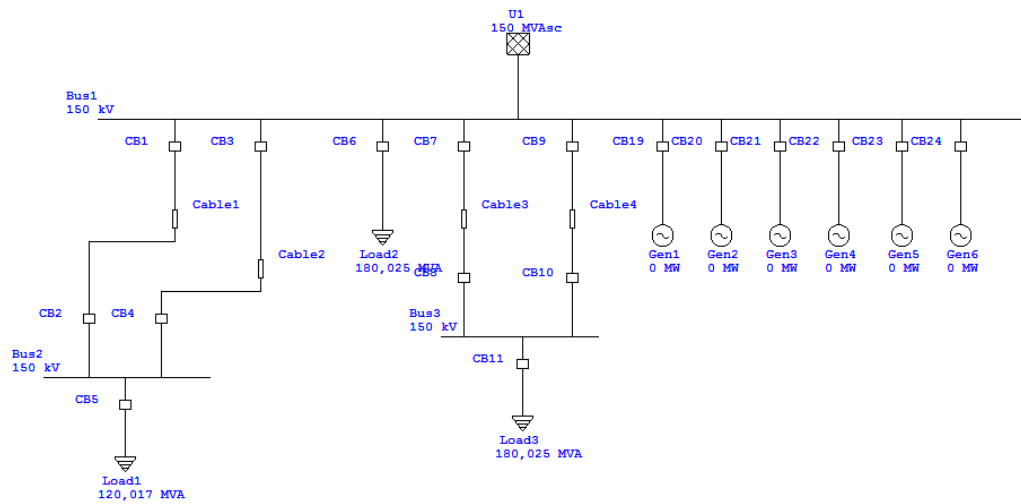
4.1. Hasil Perhitungan Aliran Daya Menggunakan Software *ETAP* Dan Analisis Hasil

Powerworld simulator adalah *software*/perangkat lunak untuk simulasi tenaga listrik khususnya untuk analisis sistem tenaga listrik yang di *design* dan di kembangkan secara berkesinambungan sehingga penggunaannya menjadi sangat efektif dan efisien bagi *engineer*.

Perhitungan dilakukan dalam keadaan normal saat seluruh beban dan pembangkit yang ada beroperasi sebelum di lakukan perhitungan di lakukan terlebih dahulu pengaturan tingkat ketelitian iterasi (*MVA convergence tolerance*) dan jumlah iterasi maksimumnya. Pengaturan *MVA convergence tolerance* yaitu sebesar 0.0001 dengan jumlah iterasi maksimum adalah 1000, Untuk *swing bus*/bus referensi di pilih bus pada PLTD Titi Kuning.

4.2. Model Single Line Diagram PT.PLN (Persero) UPB Medan Titi Kuning Dengan Menggunakan *ETAP Power Station 12.6.0*

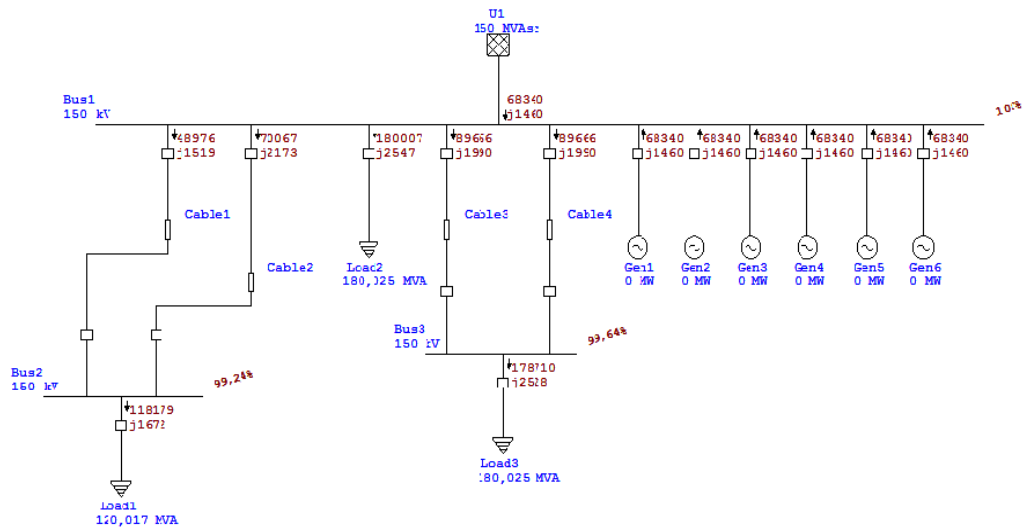
Gambar *single line* diagram sistem tenaga listrik sektor Medan Titi Kuning yang digambar menggunakan *software ETAP Power Station 12.6.0* Dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. *one line* diagram pada *software ETAP Power Station 12.6.0*

4.3. Hasil Running Software ETAP Power Station 12.6.0

Gambar *single line* diagram sistem tenaga listrik sektor Medan Titi Kuning setelah di running menggunakan *software ETAP software Power Station 12.6.0*.



Gambar 4.2. *One line* diagram pada *software ETAP Power Station 12.6.0*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan yang telah dilakukan maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil penganalisaan didapati bahwa kondisi sistem kelistrikan PT.PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV masih dalam kondisi baik karena tidak melebihi batas toleransi yang diperbolehkan untuk suatu nilai tegangan adalah dibawah 10% dan diatas 5 %.
2. Tegangan terendah pada sistem kelistrikan sektor Medan Titi Kuning terjadi di Bus Gis Listrik yaitu sebesar 20 kV hal ini disebabkan karena Bus yang terletak cukup jauh dari sumber pembangkit dan juga karena besarnya jumlah beban yang harus di penuhi oleh Bus tersebut.
3. Daya nyata dan daya reaktif terbesar yang mengalir pada jaringan transmisi sektor Medan sebesar 63,441 MVA dan 32,64 MVar dari PLTD Titi Kuning – Bus Namorambe.

1.2. SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya khususnya penelitian yang berhubungan dengan analisis aliran daya pada sistem kelistrikan PT>PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV, dilakukan pengembangan dengan penambahan kapasitor shunt pada Bus beban.
2. Untuk penelitian selanjutnya penulis memberikan saran pengembangan dengan membahas analisis penanggulangan untuk gangguan beban lebih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hermawan, “Analisa terhadap Performance Sistem Tenaga Listrik Memakai Metode Aliran Daya,” *ELTEK, Vol 11 Nomor 01, pp. 17-28, 2013.*
- [2] S. Armansyah, “Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminalo,” *J. Tek. Elektro UISU*, vol. 1, no. 3, pp. 48-55, 2016.
- [3] Rudi salman, “Simulasi dan Analisis Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Perangkat Lunak Elektrical Transient Analyser Program (Etap) Versi 4.0.”
- [4] E. S. Sitorus, Henry B. H., Diah Permata, “Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro,” *Electrician*, vol. 2, no. 1, pp. 1-10, 2008.
- [5] D. Aribowo, “Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Unit Pelayanan Transmisi Cilegon Baru–Cibinong,” *J. Ilm. Pendidikan. Tek. Elektro*, vol. 1, pp. 29-36, 2016.
- [6] T. Konsumsi, D. Aktif, and I. Listrik, “Pengaruh pemasangan kapasitor shunt terhadap konsumsi daya aktif instalasi listrik,” *ISSN 1858-3075*, vol. 3, no. 1, 2007.
- [7] P. Burhan, S. Graha, and J. Riadi, “ANALISA PENGATURAN TEGANGAN MENGGUNAKAN REAKTOR SHUNT PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV BARIKIN-TANJUNG,” no.2, pp. 137-144, 2013.
- [8] Adib Gustian Nigara & Yohanes Primadiyono, “Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Texturizing Di PT Asia Pasific Fibers

Tbk Kendal Menggunakan Software ETAP Power Station 4 . 0,” *Tek.
Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 2-5,2015.

LAMPIRAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : KURNIA INDRAWAN
NPM : 1407220004
Judul Tugas Akhir : ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM
KELISTRIKAN PADA PT.PLN PERSERO UNIT
PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1)	4/9/18	perbaiki judul. Sebaiknya terpasang pada satu unit sektor pembangkit. saya yaitu sektor titi kuning	
2)	5/9/18	Acc judul dan lanjut ke pembuatan BAB I dan BAB II	
3)	7/9/18	perbaiki sistem pengalokasian load dan spesi dan load aliran baru serta keterangan gambar yang jelas	
4)	11/9/18	Acc BAB I dan II lanjut ke BAB III dan BAB IV	
5)	13/9/18	perbaiki cara perhitungan ETAP menggunakan software ETAP yang jelas dan buat keterangan persamaan	
6)	17/9/18	Acc untuk dilanjutkan ke bagian pembimbingan lanjut gambar dan per 120 untuk se timer	

Pembimbing I

ZULFIKAR, S.T, M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : KURNIA INDRAWAN
NPM : 1407220004
Judul Tugas Akhir : ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM
KELISTRIKAN PADA PT. PLN PERSERO UNIT
PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1	2/5/2018	Buat BAB I lengkap Tya	[Signature]
2	19/5/2018	lengkap hingga patch.	[Signature]
3	1/6/2018	lengkap keor pedeling.	[Signature]
4	17/7/2018	BAB II lanjut.	[Signature]
5	16/8/2018	Perbaiki Plot core:	[Signature]
6	1/9/2018	Buat ETAP pada regisw.	[Signature]
7	5/9/2018	Buat analisis data.	[Signature]
8	11/9/2018	Buat kerangka di server	[Signature]
9	17/9/2018	DCC server.	[Signature]

Pembimbing II


PARTAONAN HARAHAP, S.T, M.T

ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PADA PT.PLN PERSERO UNIT PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP

Kurnia Indrawan ¹⁾, Zulfikar ²⁾, Partaonan Harahap ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

^{2,3)} Pengajar dan Pembimbing Program sarjana Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara

ABSTRAK - Studi analisis aliran daya dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai aliran daya atau tegangan pada suatu jaringan sistem tenaga listrik. Manfaat dari analisis aliran daya listrik adalah untuk mengetahui kondisi keseluruhan dari suatu sistem tenaga listrik apakah masih memenuhi batas-batas yang telah ditentukan serta untuk mengetahui besar losses yang ada. Perhitungan aliran daya saat ini telah banyak menggunakan aplikasi komputer, tujuannya untuk mempermudah dan mendapatkan hasil yang lebih akurat. Dalam penelitian ini digunakan Software ETAP yang menggunakan metode perhitungan, Newton Raphson karena dianggap efektif dan menguntungkan untuk sistem jaringan yang besar. Studi aliran daya merupakan penentuan atau perhitungan tegangan, arus, sudut fasa, 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. Hasil penganalisaan didapati bahwa kondisi sistem kelistrikan PT. PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV masih dalam kondisi baik karena tidak melebihi batas toleransi yang diperbolehkan untuk suatu nilai tegangan adalah dibawah 10% dan diatas 5 %. Tegangan terendah pada sistem kelistrikan sektor Medan Titi Kuning terjadi di Bus Gis Listrik yaitu sebesar 20 kV hal ini disebabkan karena Bus yang terletak cukup jauh dari sumber pembangkit dan juga karena besarnya jumlah beban yang harus dipenuhi oleh Bus tersebut. Daya nyata dan daya reaktif terbesar yang mengalir pada jaringan transmisi sektor Medan sebesar 63,441 MVA dan 32,64MVar dari PLTD Titi Kuning – Bus Namorambe.

Kata Kunci : Aliran Daya, ETAP.

1. PENDAHULUAN

1.2. Latar Belakang

Studi aliran daya adalah studi yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya dan tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak. Informasi ini sangat dibutuhkan guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga listrik dan menganalisa kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Analisa ini memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat. Analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik memerlukan representasi atau pemodelan komponen sistem tenaga listrik.

Suatu sistem kelistrikan tiga fasa yang seimbang selalu diselesaikan per fasa

dan digambarkan dalam diagram satu garis yang sesuai dengan sistem tersebut. Tujuan diagram satu garis itu adalah untuk memberikan semua informasi yang diperlukan. Dalam berbagai kasus, diagram satu garis berbeda-beda sesuai dengan persoalan yang akan diselesaikan. Misalnya dalam studi aliran daya, beban-beban dan hambatan-hambatan seperti impedansi, resistansi dan induktansi harus digambarkan. Tempat netral ke tanah tidak perlu digambarkan. Sebenarnya pengabaian ini bertujuan untuk menyederhanakan perhitungan terutama jika perhitungan dilakukan secara manual. Alasan lain diperlukan studi aliran daya, ketika sistem

tenaga listrik diperluas dengan menambah jaringan transmisi dan beban untuk memenuhi perkembangan kebutuhan tenaga listrik suatu daerah. Dengan studi semacam ini akan menjamin bahwa sistem tenaga yang baru dapat memenuhi kebutuhan listrik secara ekonomis, efisien dan aman.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.2 Tinjauan Pustaka Relevan

Analisis aliran daya merupakan dasar untuk mempelajari sistem tenaga bahkan bentuk aliran daya merupakan inti dari analisis aliran daya, studi aliran daya sangat berharga untuk berbagai alasan, analisis aliran daya memainkan peran kunci dalam perencanaan penambahan atau ekspansi pada transmisi dan fasilitas pembangkit. Solusi dari aliran daya sering menjadi titik awal untuk banyak jenis analisa sistem tenaga, analisa aliran daya dan banyak perluasannya merupakan unsur penting dari studi yang dilakukan dalam operasi sistem tenaga listrik.

Beberapa penelitian tentang Analisis aliran daya yang dilakukan yaitu :

Antonius Ibi Wiking (2012), melakukan penelitian tentang pengembangan analisis aliran daya dengan memperhitungkan kualitas energy listrik yang menunjukkan bahwa penurunan tegangan pada sumber ternyata menimbulkan kerugian total daya yang cukup besar, hal ini terjadi karena dengan menurunnya tegangan sumber maka menurun pula tegangan beban yang menyebabkan timbul arus yang besar.

2.5. Representasi Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah salah satu dari alat-alat untuk mengubah dan memindahkan energi yang mempunyai peranan penting dalam menyediakan kebutuhan energi di dunia. Sistem tenaga listrik secara umum terdiri dari 3 bagian utama yaitu pusat pembangkit listrik, saluran transmisi dan sistem distribusi, kadang kadang dalam literature yang lain

ditambahkan substation (Gardu Induk)[1].

Pada umumnya energi listrik yang di hasilkan pusat-pusat pembangkit (*electric power station*) letaknya tidak dekat dengan pusat-pusat beban (*load center*) yang akan di layani, energi listrik yang dihasilkan tersebut akan di salurkan ke pusat-pusat beban melalui jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Masing-masing sistem di atas dibentuk oleh beberapa komponen atau beberapa peralatan yang saling berhubungan contohnya suatu generator terdiri dari generator serempak, penguat (*exiter*) sistem pengatur tegangan (*voltage regulator*), dan komponen-komponen lainnya, yaitu :

- a. **Generator Sinkron.**
- b. **Bus Referensi (Swing atau Slack Bus).**
- c. **Bus generator (*Voltage Control Bus*).**
- d. **Beban (*Load Bus*)**
- e. **Transformator**
- f. **Saluran Transmisi**
- g. **Kapasitor dan *Reaktor Shunt***
- h. **Kapasitansi Dan Reaksitansi Kapasitif**
- i. **Beban**
- j. **Diagram Satu Garis**

2.6. Persamaan Aliran Daya

Dalam analisis rangkaian listrik, dilakukan idealisasi sumber tegangan dinyatakan sebagai sumber tegangan ideal atau sumber arus ideal, dan beban dinyatakan sebagai impedansi dengan karakteristik linier, sumber tegangan ideal memberikan daya ke rangkaian pada tegangan tertentu, berapapun besar arus yang dibutuhkan oleh rangkaian sumber arus ideal memberikan daya ke rangkaian pada arus tertentu, berapapun tegangan yang diperlukan oleh rangkaian, oleh karena itu apabila rangkaian merupakan rangkaian linier, terdapat hubungan linier antara tegangan, arus dan impedansi, sehingga dalam melakukan analisis kita menghadapi persamaan-persamaan linier.

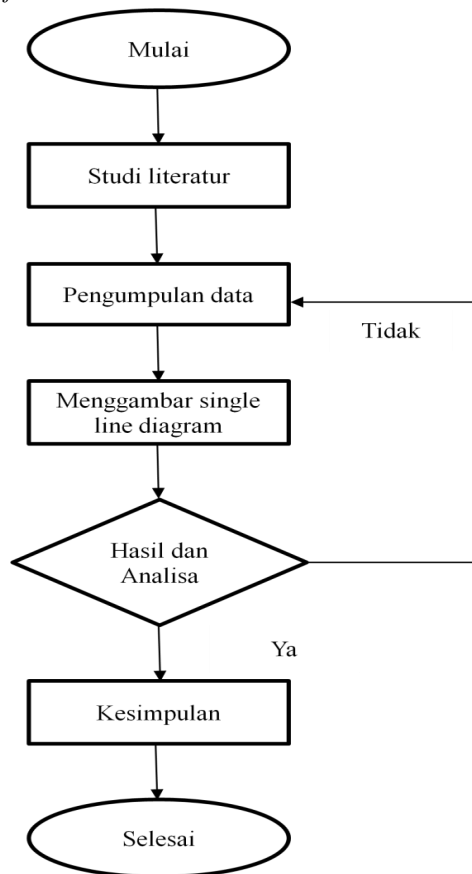
2.7. Pengenalan ETAP

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat didalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian

Adapun proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan dijelaskan dalam bentuk alur diagram *flowchart* berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

4. ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Aliran Daya Menggunakan Software ETAP Dan Analisis Hasil

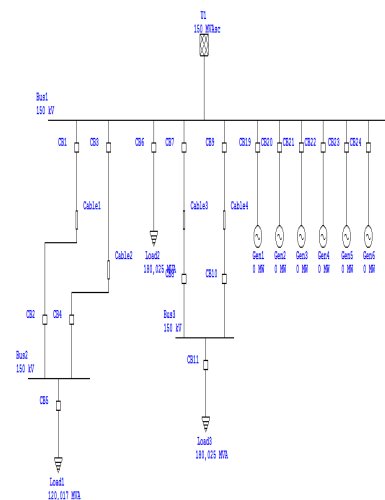
Powerworld simulator adalah *software*/perangkat lunak untuk simulasi ketenaga listrikan khususnya untuk analisis sistem tenaga listrik yang di *design* dan di kembangkan secara berkesinambungan sehingga penggunaannya menjadi sangat efektif dan efisien bagi *engineer*.

Perhitungan dilakukan dalam keadaan normal saat seluruh beban dan pembangkit yang ada beroperasi sebelum di lakukan perhitungan di lakukan terlebih dahulu pengaturan tingkat ketelitian iterasi (*MVA convergence tolerance*) dan jumlah iterasi maksimumnya. Pengaturan *MVA convergence tolerance* yaitu sebesar 0.0001 dengan jumlah iterasi maksimum adalah 1000,

Untuk *swing bus*/bus referensi di pilih bus pada PLTD Titi Kuning.

4.3 Model Single Line Diagram PT.PLN (Persero) UPB Medan Titi Kuning Dengan Menggunakan ETAP Power Station 12.6.0

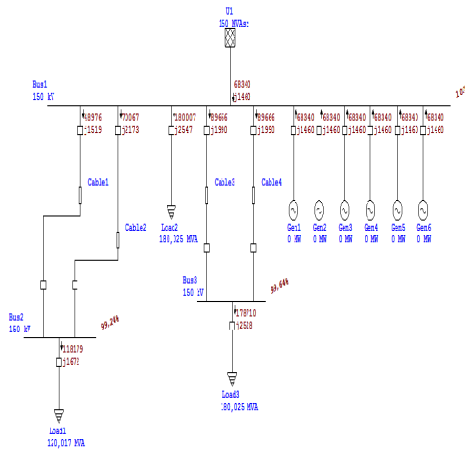
Gambar *single line* diagram sistem tenaga listrik sektor Medan Titi Kuning yang digambar menggunakan *software ETAP Power Station 12.6.0* Dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. *one line* diagram pada software ETAP Power Station 12.6.0

4.4. Hasil Running Software ETAP Power Station 12.6.0

Gambar *single line* diagram sistem tenaga listrik sektor Medan Titi Kuning setelah di running menggunakan software ETAP software Power Station 12.6.0.



Gambar 4.2. *One line* diagram pada software ETAP

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan yang telah dilakukan maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut.

4. Dari hasil penganalisaan didapati bahwa kondisi sistem kelistrikan PT.PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV masih dalam kondisi baik karena tidak melebihi batas toleransi yang diperbolehkan untuk suatu nilai tegangan adalah dibawah 10% dan diatas 5 %.
5. Tegangan terendah pada sistem kelistrikan sektor Medan Titi Kuning terjadi di Bus Gis Listrik yaitu sebesar 20 kV hal ini disebabkan karena Bus yang terletak cukup jauh dari sumber pembangkit dan juga karena besarnya jumlah beban yang harus di penuhi oleh Bus tersebut.
6. Daya nyata dan daya reaktif terbesar yang mengalir pada jaringan transmisi sektor Medan sebesar 63,441 MVA dan

32,64 MVar dari PLTD Titi Kuning – Bus Namorambe.

5.2 SARAN

3. Untuk penelitian selanjutnya khususnya penelitian yang berhubungan dengan analisis aliran daya pada sistem kelistrikan PT>PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV, dilakukan pengembangan dengan penambahan kapasitor shunt pada Bus beban.
4. Untuk penelitian selanjutnya penulis memberikan saran pengembangan dengan membahas analisis penanggulangan untuk gangguan beban lebih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hermawan, “Analisa terhadap Performance Sistem Tenaga Listrik Memakai Metode Aliran Daya,” *ELTEK, Vol 11 Nomor 01, pp. 17-28, 2013.*
- [2] S. Armansyah, “Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminalo,” *J. Tek. Elektro UISU, vol. 1, no. 3, pp. 48-55, 2016.*
- [3] Rudi salman, “Simulasi dan Analisis Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Perangkat Lunak Elektrical Transient Analyser Program (Etap) Versi 4.0.”
- [4] E. S. Sitorus, Henry B. H., Diah Permata, “Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro,” *Electrician, vol. 2, no. 1, pp. 1-10, 2008.*
- [5] D. Aribowo, “Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Unit Pelayanan Transmisi Cilegon Baru–Cibinong,” *J. Ilm. Pendidikan. Tek. Elektro, vol. 1, pp. 29-36, 2016.*
- [6] T. Konsumsi, D. Aktif, and I. Listrik, “Pengaruh pemasangan kapasitor shunt terhadap konsumsi daya aktif instalasi listrik,” *ISSN 1858-3075, vol. 3, no. 1, 2007.*
- [7] P. Burhan, S. Graha, and J. Riadi, “ANALISA PENGATURAN TEGANGAN MENGGUNAKAN

REAKTOR SHUNT PADA
SALURAN TRANSMISI 150 KV
BARIKIN-TANJUNG,” no.2, pp. 137-
144, 2013.

[8] Adib Gustian Nigara & Yohanes Primadiyono, “Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Texturizing Di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan Software ETAP Power Station 4 . 0,” *Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 2-5,2015.

Biodata Penulis

Nama : Kurnia Indrawan
NPM : 1407220004
TTL : Porsea, 18 Juli 1997
Alamat : Dusun VI Lobu Jiur Kec. Aek
Kuasan Kab. Asahan
Email : Kurniaindrawan16@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

2002 – 2008 : SDN 014654
2008 – 2011 : SMP N 1 Aek Kuasan
2011 – 2014 : MAS AI – Manaar
2014-2018 : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara



Medan, 15 Oktober 2018

