

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA KAPAL TB. MAIDEN CENTRAL DENGAN SIMULASI ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSER PROGRAM (ETAP)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

DIDI SUPIANDI

1807220001



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : DIDI SUPIANDI
NPM : 1807220001
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisa Penggunaan Energi Listrik Pada Kapal Tb. Maiden
Central Dengan Simulasi Electrical Transient Analyser
Program (ETAP)
Bidang ilmu : Energi Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 08 Maret 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T

Dosen Pembimbing I / Penguji



Sudirman Lubis S.T.,M.T

Dosen Pembimbing II / Peguji /



Arya Rudi Nasution S.T.,M.T



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : DIDI SUPIANDI
Tempat /Tanggal Lahir : Sei Rejo/21 Mei 1997
NPM : 1807220001
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISA PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA KAPAL TB. MAIDEN CENTRAL DENGAN SIMULASI ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSER PROGRAM (ETAP)”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan 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 diproses 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 08 Maret 2023



Saya yang menyatakan,

DIDI SUPIANDI

ABSTRAK

Teknologi kelistrikan pada kapal merupakan salah satu penunjang utama bagi semua sistem kelistrikan yang ada di kapal. Kualitas energi listrik yang baik sangat penting bahkan telah menjadi salah satu faktor utama, sebab listrik yang stabil dan baik akan membuat barang – barang elektronik bisa bertahan lebih lama. Tegangan jatuh tidak dapat dihilangkan, akan tetapi hanya bisa diminimalkan. Penelitian ini dilakukan guna untuk mengetahui berapa besar konsumsi daya yang di butuhkan, mengetahui cara melakukan perhitungan tegangan jatuh baik itu secara Simulasi maupun perhitungan manual, serta bagaimana cara perbaikan teganga jatuh tersebut. Simulasi dilakukan dengan menggunakan metoda *Load Flow Analisis* pada aplikasi ETAP (Electric Transient and Analysis Program) 16.0. Simulasi dijalankan dengan menggunakan data-data teknik dan pengukuran yang ada dilapangan untuk mendapatkan hasil kualitas tegangan pelayanan sesuai standar dan mengurangi dampak jatuh tegangan. Total daya yang dikonsumsi pada Kapal Tb. Maiden Central untuk menggerakkan beban motor - motor listrik adalah 60,85 kW. Kondisi tegangan jatuh pada hasil perhitungan menggunakan rumus terbesar 7,61% pada beban FW Pump no2 yang tidak memenuhi standar PUIL 2011 dan ANSI 5%, sedangkan Pada hasil simulasi terbesar 3,18 % pada beban SW pump A/E No2, kompresor masih memenuhi standar PUIL 2011 dan ANSI 5%. Hasil perhitungan tegangan jatuh Pada kapal tugboat Maiden Cental tidak jauh berbeda dibandingkan dengan hasil simulasinya, sehingga menghasilkan nilai *error* tidak terlalu tinggi. Simulasi perbaikan dilakukan terhadap aspek kelistrikan yaitu dengan menambah kapasitor sebesar 410 kva, perbaikan tersebut dilakukan pada main busbar sebelum perbaikan sebesar 217 volt dimaksimalkan menjadi 220 volt setelah perbaikan. Maka pada beban motor -motor listrik tersebut mengalami kenaikan tegangan.

Kata Kunci : Drop Tegangan, *software* ETAP, kelistrikan kapal, *load flow analysis*

ABSTRACT

Electrical technology on ships is one of the main supports for all electrical systems on board. The quality of good electrical energy is very important and has even become one of the main factors, because stable and good electricity will make electronic goods last longer. Voltage drop cannot be eliminated, but can only be minimized. This research was conducted in order to find out how much power consumption is needed, to find out how to calculate the drop voltage both by simulation and manual calculation, and how to fix the drop voltage. The simulation was carried out using the Load Flow Analysis method on the ETAP (Electric Transient and Analysis Program) 16.0 application. The simulation is carried out using technical data and measurements in the field to obtain quality service voltage results according to standards and reduce the impact of voltage drops. The total power consumed on the Tb. Maiden Central to drive beben motors - the electric motor is 60.85 kW. The condition of the voltage drop in the calculation results uses the largest formula 7.61% at FW Pump load no.2 which does not meet PUIL 2011 and ANSI 5% standards, while in the simulation results the largest is 3.18% at SW pump A/E No.2, and compressor, the load still meets PUIL standard 2011 and ANSI 5%. The results of the calculation of the voltage drop on the Maiden Cental tugboat are not much different from the simulation results, so the error value is not too high. The repair simulation was carried out on the electrical aspect, namely by adding a 410 kva capacitor, the repair was carried out on the main busbar before the repair of 217 volts was maximized to 220 volts after the repair. So the load on the electric motors increases in voltage.

Key words: *Voltage Drop, ETAP software, ship electricity, load flow analysis*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Penggunaan Energi Listrik Pada Kapal Tb. Maiden Central Dengan Simulasi Electrical Transient Analyser Program (Etap)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir Ini. Sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir serta selaku mentor yang memberikan segala solusi terbaik dalam menyelesaikan beberapa masalah.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregarr, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Bapak Musleh Selaku pembimbing lapangan di PT Waruna Shipyard Indonesia
9. Seluruh Karyawan Departemen Elektrikal PT. Waruna Shipyard Indonesia
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Medan,

Penulis

DIDI SUPIANDI

1807220001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Kapal Tugboad.....	7
2.2.2 Tegangan Listrik	8
2.2.3 Arus Listrik	8
2.2.3.1 Arus AC	9
2.2.3.2 Arus DC	10
2.2.4 Daya Listrik.....	11

2.2.4.1	Karakteristik Beban Daya Listrik.....	11
2.2.5	Motor Listrik	12
2.2.6.	Parameter Listrik Saluran Distribusi	13
2.2.7	Tegangan Jatuh (drop Tegangan).....	14
2.2.8	Penyebab Drop Tegangan	17
2.2.9	Metode Perbaikan Tegangan Jatuh.....	18
2.2.10	Kapasitor.....	20
2.2.11	Transien.....	20
2.2.12	Electrical Transient Analysis Program (ETAP).....	21
BAB 3	METODELOGI PENELITIAN	24
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian	24
3.1.1	Waktu penelitian	24
3.1.2	Lokasi penelitian	24
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.2.1	Tang Ampere.....	25
3.2.2	Multimeter.....	25
3.3	Bagan Alir Penelitian	26
3.4	Prosedur Penelitian.....	
3.4.1	Metode Pengumpulan Data	26
3.4.2	Metode Pengolahan Data	27
3.5	Flowcat Penelitian.....	28
3.5.1	Perumusan Masalah	29
3.5.2	Studi Literatur	29
3.5.3	Pengambilan Data	29
3.5.4	Simulasi ETAP.....	29
3.5.5	Perhitungan Manual	29
3.5.6	Analisa Data dan Pembahasan	29
3.5.7	Kesimpulan dan Saran.....	29
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	30

4.1	Data Kapal.....	30
4.2	Spesifikasi Peralatan	31
4.2.1	Kondisi pembe banan motor – motor listrik pada kapal TB.Maiden Central.....	33
4.3	Perhitungan tegangan Jatuh.....	33
4.3.1	Perhitungan data menggunakan rumus	34
4.2.2	Perhitungan software ETAP.....	47
4.3	Perbandingan antara Perhitungan Manual Dengan Perhitungan Menggunakan Program ETAP 16.0	50
4.4	Perbaikan Tegangan Jatuh Dengan Simulasi ETAP 16.0	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	kesimpulan	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIAN		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal tugboad	7
Gambar 2.2 aliran air pada bejana.....	8
Gambar 2.3 aliran arus listrik.....	9
Gambar 2.4 Arus AC.....	10
Gambar 2.5 Arus DC.....	10
Gambar 2.6 klasifikasi Motor Listrik.....	13
Gambar 2.7 Kapasitas Hantar Arus pada kabel tembaga.....	16
Gambar 2.7 Single line diagram di Etap	19
Gambar 2.8 Tampilan ETAP 16.0.0.....	23
Gambar 3.1 Tang Amper.....	25
Gambar 3.2 Multimeter	25
Gambar 3.3 Blok Diagram Alur Penelitian.....	26
Gambar 3.4 flowcat.....	28
Gambar 4.1 skema kapal	30
Gambar 4.2 skema kapal	31
Gambar 4.3 generator.....	32
Gambar 4.4 single line di ETAP	33
Gambar 4.6 tegangan awal pada generator	47
Gambar 4.7 Tegangan Jatuh Pada Main Bus	48
Gambar 4.8 Tegangan jatuh pada beban daya motor listrik.....	48
Gambar 4.9 Tegangan jatuh pada beban sebelum perbaikan.....	53
Gambar 4.10 tegangan Sebelum menggunakan kapasitor	53
Gambar 4.12 perbaikan setelah penggunaan kapasitor sebesar 410 kva.....	54
Gambar 4.13 Perbaikan tegangan jatuh pada busbar.....	55

DAFTAR TABEL DAN GRAFIK

Tabel 3.1 Jadwal penelitian.....	24
Tabel 4.1 beban motor listrik	32
Tabel 4.1 drop tegangan.....	45
Tabel 4.2 drop tegangan dengan simulasi ETAP	49
Tabel 4.3 perbandingan simulasi etap dan manual	54
Tabel 4.4 Sebelum Dan Sesudah Perbaikan Tegangan Menggunakan Simulasi Etap 16.0.....	55
Grafik 4.1 Perhitungan Manual Pada Beban daya motor listrik	46
Grafik 4.1 perhitungan drop tegangan dengan simulasi software ETAP16.0.....	50
Grafik 4.3 persentase perbandingan drop tegangan	52
Grafik 4.4 tegangan sebelum dan sesudah perbaikan.....	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kemajuan teknologi membawa dampak yang sangat besar di bidang industri termasuk industri perkapalan. Teknologi kelistrikan pada kapal merupakan salah satu penunjang utama bagi semua sistem yang ada di kapal. Sistem kelistrikan yang terdapat di kapal terdiri dari peralatan pembangkit daya, system distribusi, dan juga berbagai macam peralatan listrik. Saat ini kebutuhan listrik di kapal sangat tinggi, karena hampir semua aktivitas di kapal membutuhkan energi listrik.

Kualitas energi listrik yang baik sangat penting bahkan telah menjadi salah satu faktor utama sebab listrik yang stabil dan baik akan membuat barang – barang elektronik bisa bertahan lebih lama. Penyaluran daya listrik dari pusat pembangkitan energi listrik di kapal yaitu oleh generator atau biasa disebut *auxiliary engine* kepada beban – beban yang ada di kapal memerlukan suatu jaringan distribusi listrik yang baik. Pada penyaluran energi listrik ke beban akan mengalami rugi-rugi teknis (*losses*), yaitu rugi daya dan rugi energi, mulai pembangkitan, distribusi hingga sampai pada beban. (Purnomo Putro and Winardi 2015)

Kualitas tegangan yang buruk dapat menyebabkan kerusakan pada alat-alat listrik yang ada di kapal. Tegangan jatuh atau *drop voltage* ialah suatu kondisi dimana jumlah tegangan yang disalurkan tidak sama dengan tegangan yang diterima persis penerimanya (beban listrik). Kondisi tersebut mengakibatkan kualitas tegangan menjadi buruk dan mengakibatkan arus listrik menjadi tinggi. (S. T. Elektro et al. 2019) Tegangan jatuh dapat terjadi akibat beberapa faktor yaitu pada saat lonjakan arus start yang tinggi, seperti pada peralatan listrik pompa, fan dan crane yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya, kurangnya suplai tegangan dari sumber listrik, ketidakseimbangan beban, umur peralatan, penampang penghantar listrik dan juga bisa terjadi akibat panjang atau jauhnya daerah penyaluran tenaga listrik dari sumbernya.

Tegangan jatuh tidak dapat dihilangkan, akan tetapi hanya bisa diminimalkan. Penyebab tegangan jatuh antara lain adalah jarak dari sumber ke beban terlalu jauh, penampang kabel terlalu kecil, titik sambungan kabel dan lonjakan arus *start* pada peralatan listrik.(Aribowo, Setiawidayat, and Muksin 2018) Akibat adanya tegangan jatuh tersebut segala peralatan listrik di kapal akan menjadi cepat rusak. Permasalahan ini sering kali dianggap remeh oleh para ABK di kapal yang menganggap situasi tersebut merupakan situasi yang biasa saja dan tidak begitu berdampak pada peralatan listrik di kapal. Apabila situasi tersebut sering terjadi maka akan menyebabkan terjadinya penurunan kinerja tenaga listrik, kualitas energi listrik yang disalurkan serta menyebabkan peralatan listrik yang ada di kapal akan sering mengalami panas berlebih atau *overheat* dan dapat mengurangi efisiensi dari peralatan tersebut.

Dalam penelitian ini dengan adanya permasalahan tersebut, maka akan dilakukan analisa bagaimana cara menghitung dan memperbaiki tegangan jatuh dengan cara melakukan perhitungan secara manual dan secara simulasi software. Maka dari itu penulis mengangkat judul “*Analisa Penggunaan Energi Listrik Pada Kapal Tb. Maiden Central Dengan Simulasi Electical Transient Analyser Program (Etap)*”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka permasalahan yang diambil pada penelitian ini adalah :

- 1 Berapa daya penggunaan energi listrik yang di butuhkan kapal TB. Maiden Central ?
- 2 Bagaimana cara mengetahui tegangan jatuh pada penggunaan energi listrik di kapal TB. Maiden Central secara teori maupun dengan simulasi ETAP ?
- 3 Apakah tegangan Jatuh Pada Kapal TB. Maiden Central sesuai dengan Standar PUIL 2011 ?
- 4 Bagaimana cara melakukan perbaikan tegangan jatuh pada kapal TB. Maiden Central ?

1.3 Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dibutuhkan pada kapal TB. Maiden Central.
2. Hanya pada beban motor-motor Listrik saja perhitungan tegangan jatuh yang dilakukan.
3. Perhitungan tegangan jatuh dilakukan secara manual dan secara simulasi menggunakan ETAP 16.0

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

- 1 Mengetahui berapa besar konsumsi daya yang di butuhkan untuk sebuah kapal tugboat.
- 2 Mengetahui cara melakukan perhitungan tegangan jatuh pada penggunaan energi listrik di beban motor listrik kapal tugboat Maiden Central.
- 3 Membandingkan hasil perhitungan tegangan jatuh secara manual dan dengan simulasi *Software* ETAP serta standar yang digunakan.
- 4 Memberikan Kontribusi Cara melakukan perbaikan terganggan jatuh pada sistem kelistrikan kapal TB. Maiden Central.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah :

1. Agar pembaca Mengetahui Berapa besar daya yang di butuhkan dan seberapa besar tengganggan jatuh yang terjadi pada kapal TB. Maiden Central.
2. Memberikan ulasan kepada kapal bagaimana cara mendeteksi dan memperbaiki tegangan jatuh pada suatu sistem distribusi listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penyusunan Tugas Akhir, latar belakang, rumusan masalah, dan batasan masalah, manfaat penulisan, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan konsep teori yang menunjang kasus Tugas Akhir, memuat tentang dasar teori yang pelaksanaan dan analisa penggunaan energi listrik pada kapal tb. Maiden central dengan simulasi electrical transient analyser program.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini akan menerangkan mengenai lokasi dilaksanakannya penelitian, jenis penelitian, jadwal penelitian, serta jalannya penelitian.

BAB IV : ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Disini penulis menjelaskan analisa dan pembahasan berdasarkan judul serta dasar teori yang telah dibuat.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran, di dalam bab ini berisi kesimpulan dari penulisan tugas akhir dan saran-saran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Studi dan analisis *drop* atau jatuh tegangan adalah kegiatan untuk menentukan dan menganalisis penurunan tegangan pada suatu rangkaian dalam jaringan listrik selama pengoperasian normal maupun darurat. Studi *drop* tegangan dalam sistem tenaga biasanya termasuk dalam studi dan analisis aliran daya dan studi analisa jatuh tegangan ini juga berkaitan dengan desain spesifikasi kabel, perbaikan drop tegangan jaringan, dan Studi Kualitas Daya. Analisa tersebut sangat penting untuk mengetahui penyebab terjadinya drop tegangan dan cara mengatasinya, beberapa penelitian tentang topik tersebut.

Faisal, E. (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi 200 KVA” mengatakan bahwa untuk penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut timbullah arus di netral trafo. losses akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah. Persentase Ketidakseimbangan beban pada Trafo 200 KVA saat pengukuran siang hari sebesar 10%, sedangkan pada malam hari 12,67%. Adapun besarnya losses ketidakseimbangan pada trafo 200 KVA yang diakibatkan adanya arus netral dengan perhitungan data disiang hari yaitu 8,38 KW, malam harinya 10,38 KW. Sedangkan besarnya losses ketidakseimbangan pada trafo 200 KVA yang diakibatkan adanya arus netral yang mengalir ketanah dari data siang hari yaitu 15,32 KW, malam harinya 13,45 KW.

Subuh Isnur (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Kelistrikan PT Pertamina Ledok Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem” Analisis aliran daya dilakukan untuk mengetahui nilai rugi daya dan profil tegangan pada sistem kelistrikan PT

Pertamina EP ASSET 4 Field Cepu area Ledok dengan metode analisis data kuantitatif menggunakan software ETAP 12.6.0. yang berasal dari dua sumber yaitu PLN 20KV dan Generator 0.4KV. Hasil simulasi dengan sumber PLN 20KV nilai rugi daya aktif 6,6 kW dan daya reaktif 8,8 kvar dan nilai jatuh tegangan - 5,23%. nilai tersebut telah memenuhi SPLN No.72 Tahun 1987 dan No.1 Tahun 1995, sedangkan pada sumber generator nilai rugi daya aktif 1.3kW dan daya reaktif 2.1 kvar, nilai tersebut telah memenuhi SPLN No.72 Tahun 1987, tetapi tegangan mengalami over voltage yang melebihi batas SPLN No.1 Tahun 1995 yaitu +6.44%.

Sri Adiyansa (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik pada Kapal Tug Boat Sei Deli DI PT. DOK dan Perkapalan Surabaya” mengatakan bahwa efisiensi konsumsi energi listrik, dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perbaikan faktor daya sistem dengan menggunakan kapasitor bank berukuran 2 x 90 kVar di bus A dan B, maka power quality sistem kelistrikan mengalami peningkatan. Faktor daya pada bus utama sistem kelistrikan mengalami kenaikan hingga 90% yang pada awalnya sebesar 67,09%. Besarnya rugi-rugi daya sistem dapat diturunkan dikarenakan arus total pada sistem berkurang. Pada kondisi beban puncak yang awalnya bernilai 292,7 kVAR berkurang menjadi 157,3 kVAR.

Alimuddin H. (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Motor Penumpang Nusa Mulia” bahwa Semakin besar faktor daya (daya aktif besar) maka sistem listrik tersebut akan semakin bagus dan sebaliknya. Oleh karena itu ketika sistem memiliki faktor daya yang rendah (daya reaktif besar) maka akan berpengaruh pada konsumsi bahan bakar genset, sehingga dibutuhkan perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor. Sistem kelistrikan kapal Nusa Mulia memiliki faktor daya yang rendah sehingga membutuhkan kapasitor untuk perbaikan faktor daya. Pada penelitian ini dilakukan simulasi pemasangan kapasitor sebesar 80, 11 dan 215 KVAR pada masing-masing feeder panel untuk meningkatkan faktor daya dari 0,78 menjadi 0,95.

Dari beberapa penelitian yang ada, saat ini masih belum banyak peneliti yang menganalisa energi listrik di kapal. Kebanyakan penelitian terdahulu meneliti dan menganalisa penggunaan energi listrik pada suatu pembangkit listrik yang berada di darat. Energi listrik pada suatu kapal merupakan hal yang sangat penting dan utama untuk kapal oleh karena itu energi listrik pada sebuah kapal harus di analisis penggunaannya sehingga drop tegangan dapat dihindari dan tidak merusak peralatan - peralatan listrik yang ada di kapal. Oleh karena itu sangat wajar jika melakukan analisis energi listrik pada sebuah kapal.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kapal Tugboat

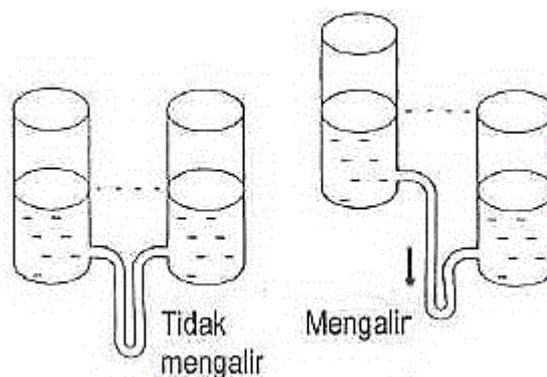
Kapal tunda memiliki tenaga yang besar bila dibandingkan dengan ukurannya. Kapal tunda zaman dulu menggunakan mesin uap, saat ini menggunakan mesin diesel. Mesin Induk kapal tunda biasanya berkekuatan antara 750 sampai 3000 tenaga kuda (500 s.d. 2000 kW), tetapi kapal yang lebih besar (digunakan di laut lepas) dapat berkekuatan sampai 25 000 tenaga kuda (20 000 kW). Kebanyakan mesin yang digunakan sama dengan mesin kereta api, tetapi di kapal menggerakkan baling-baling. Dan untuk keselamatan biasanya digunakan minimum dua buah mesin induk. (Alimuddin and Herudin 2016)



Gambar 2.1 Kapal tugboat (marinetraffic.com)

2.2.2 Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Tegangan listrik dinyatakan dengan satuan Volt. Pada dasarnya tegangan listrik adalah ukuran perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik. Suatu benda dikatakan memiliki potensial listrik apabila lebih tinggi dari pada benda lain, karena benda tersebut memiliki jumlah muatan positif yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah muatan positif pada benda lainnya.



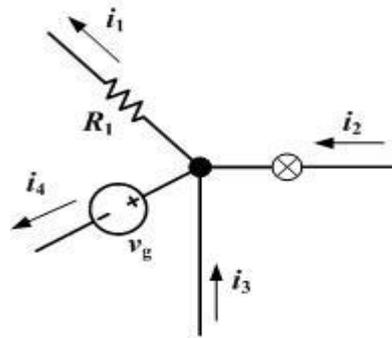
Gambar 2.2 aliran air pada bejana (S.T. Elektro et al. 2019)

Muatan mengalir karena adanya beda potensial listrik. Tidak adanya perbedaan potensial listrik, menyebabkan aliran arus listrik tidak mengalir. Beda potensial (tegangan) membutuhkan Sebuah sumber tegangan listrik. Sumber listrik yang konstan biasanya disebut dengan tegangan DC (tegangan searah) sedangkan sumber tegangan listrik yang bervariasi secara berkala dengan waktu disebut dengan tegangan AC (tegangan bolak balik).

2.2.3 Arus Listrik

Arus listrik yaitu banyaknya muatan listrik dari pergerakan elektron-elektron yang mengalir menempuh suatu titik dalam suatu aliran listrik tiap satuan masa. Arus listrik mampu diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Amper. Contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari

berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan mikroAmpere (μA) sampai arus yang sangat kuat 1-200 kiloAmpere (kA). Resistansi pada arus listrik yaitu konstan sehingga arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada Voltage dan resistansinya.



Gambar 2.3 aliran arus listrik (Ariwibow0. 2018)

Arus yang mengalir masuk pada suatu percabangan sama dengan arus yang mengalir keluar dari percabangan tersebut.

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 \quad (1)$$

Untuk arus listrik yang mengalir konstan menggunakan persamaan:

$$I = \frac{Q}{T} \quad (2)$$

dimana,

I adalah arus listrik,

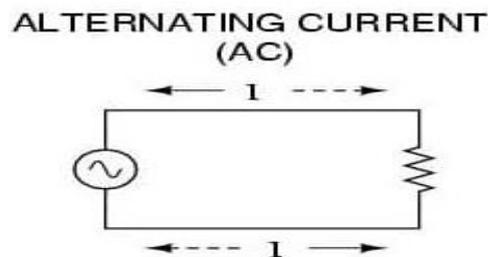
Q adalah muatan listrik, dan

T adalah masa (time)

2.2.3.1 Arus AC

Arus listrik AC (*Alternating Current*) adalah jenis arus listrik yang tidak mengalir secara bolak-balik dan memiliki nilai serta arah yang selalu berubah-ubah dan akan membentuk suatu gelombang yang bernama *gelombang sinusoida*.

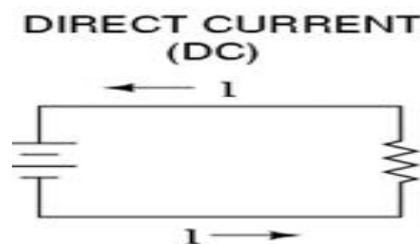
Di dalam arus listrik AC ini, ada yang namanya frekuensi dan dimana besarnya frekuensi ini juga berbeda-beda. Arus listrik AC (bolak-balik) yang ditetapkan oleh PLN memiliki frekuensi sebesar 50 Hz. Sementara tegangan standar untuk arus bolak-balik 1 fasa adalah 220 Volt. Pemakaian arus listrik AC juga sangat banyak dan sangat mudah menemukan dimanapun. Hampir di semua alat elektronik yang ada rumah pasti menggunakan arus listrik AC.



Gambar 2.4 Arus AC (Sri Adiyansa (2013))

2.2.3.2 Arus DC

Arus listrik jenis DC (*Direct Current*) adalah arus listrik yang mengalir atau bekerja secara searah. Pada awalnya arus DC ini dikira mengalir dari kutub positif ke kutub negatif. Akan tetapi sekarang ini sudah banyak ilmuwan yang mengatakan bahwa sebenarnya arus listrik DC itu mengalir dari kutub negatif ke kutub positif. Dari aliran listrik tersebut mengakibatkan terjadinya lubang-lubang bermuatan positif yang membuatnya seperti nampak mengalir dari kutub positif ke kutub negatif.



Gambar 2.5 Arus DC (Sri Adiyansa (2013))

2.2.4 Daya Listrik

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Electrical Power adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. (T. Elektro and Surabaya 2013)

Terdapat tiga macam perbedaan yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu dengan penjelasan persamaan sebagai berikut.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (3)$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (4)$$

$$S = V \cdot I \quad (5)$$

Keterangan:

P = Daya aktif (W)

Q = Daya Reaktif (VAR)

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

2.2.4.1 Karakteristik Beban Daya Listrik

Dalam sistem listrik arus bolak-balik (AC), dapat dibedakan menjadi 3 macam beban yaitu:

1. Beban Resistif (R)

Beban resistif (R) dihasilkan oleh alat-alat listrik yang bersifat murni tahanan (resistor) seperti pada elemen pemanas dan lampu pijar. Beban resistif ini memiliki sifat yang “pasif”, dimana beban resistif tidak mampu memproduksi energi listrik, dan justru menjadi konsumen energi listrik.

2. Beban induktif (L)

Beban induktif (L) diciptakan oleh lilitan kawat (kumparan) yang terdapat di berbagai alat – alat listrik seperti motor, trafo, dan relay. Kumparan dibutuhkan oleh alat-alat listrik tersebut untuk menciptakan medan magnet sebagai komponen kerjanya.

3. Beban kapasitif (C)

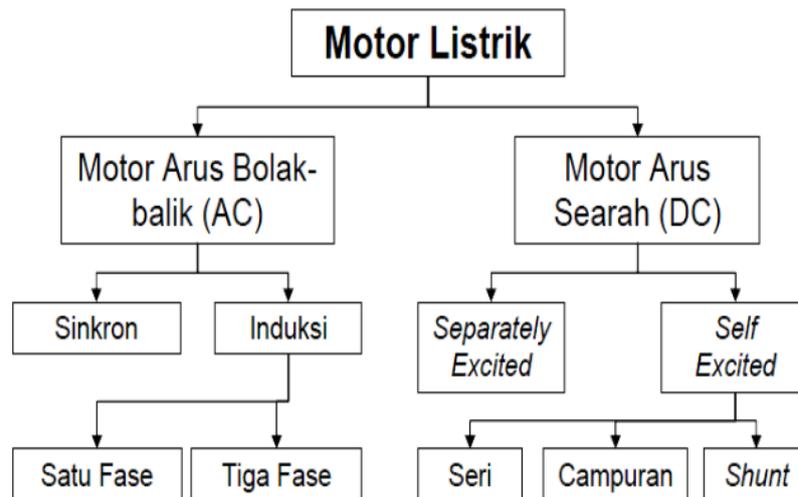
Beban kapasitif (C) merupakan kebalikan dari beban induktif. Jika beban induktif menghalangi terjadinya perubahan nilai arus listrik AC, maka beban kapasitif bersifat menghalangi terjadinya perubahan nilai tegangan listrik. Sifat ini menunjukkan bahwa kapasitor bersifat seakan-akan menyimpan tegangan listrik sesaat.

2.2.5 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator atau dynamo. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet.

Motor listrik dapat kita temukan di peralatan rumah tangga seperti: kipas angin, mesin cuci, blender, pompa air, mixer dan penyedot debu. Adapun motor listrik yang digunakan untuk kerja (industri) atau yang digunakan dilapangan seperti: bor listrik, gerinda, blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain.

Secara umum motor listrik ada 2 yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC. motor listrik AC dan motor listrik DC juga terbagi lagi menjadi beberapa bagian-bagian lagi, jika digambarkan maka akan terlihat seperti pada gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 klasifikasi Motor Listrik (Alimuddin H. 2016)

2.2.6. Parameter Listrik Saluran Distribusi

Parameter listrik saluran distribusi adalah konstanta- konstanta saluran, yaitu : Resistansi (R) dan Induktansi (L). Konstanta ini merupakan parameter yang mempengaruhi kemampuan saluran distribusi untuk berfungsi sebagai bagian dari sistem daya listrik. Impedansi kabel listrik merupakan nilai ukur pada sebuah kabel listrik yaitu (luas penampang) dan panjang kabel. Untuk besarnya tahanan sangat tergantung dari jenis penghantar, panjang dan luas penampang penghantar atau dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$R = \rho A \frac{\ell}{A} \quad (6)$$

Dimana;

R = Resistansi kawat penghantar (ohm)

A = Luas penampang kawat penghantar (mm²)

ρ = Tahanan jenis kawat penghantar (ohm.mm²/m)

ℓ = Panjang kawat penghantar (m)

Untuk menentukan besarnya induktansi sistem distribusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln x \frac{GMD}{GMR} \quad (7)$$

Dimana :

L = Induktansi dari konduktor (H/km)

GMD = Geometrik Mean Distance/Jarak antara kawat dengan kawat (cm)

GMR = Geometrik Mean Radius (cm)

I_n = Arus nominal

Untuk mencari nilai resistansi induksi pada sistem distribusi listrik menggunakan persamaan sebagai berikut

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot F \cdot L \quad (8)$$

Dimana:

X_L = Reaktansi kawat penghantar (Ω)

F = Frekuensi (Hz)

L = Induktansi kawat penghantar (H).

2.2.7 Tegangan Jatuh (drop Tegangan)

Drop tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Besarnya drop tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. PT PLN (Persero) mengatur standar drop tegangan dalam SPLN No.72 Tahun 1987 yaitu: Turun tegangan yang diperbolehkan pada JTM adalah 2 % dari tegangan kerja untuk sistem Spindle/gugus, dan 5 % dari tegangan kerja untuk sistem Radial diatas tanah dan sistem simpul tergantung kepadatan beban. Artinya maksimum +5% dan minimum - 10% dari tegangan nominal bebanya, diukur pada titik yang paling jauh (ujung). (Jurnal 2019)

Perhitungan drop tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti. Apabila perbedaan nilai tegangan tersebut melebihi standar yang ditentukan, maka mutu penyaluran tersebut rendah.

Drop tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar (Winardi, Winarno, and Aditama 2016). Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor V_d pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dijabarkan dengan rumus :

$$V_d = I \times Z \quad (6)$$

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

$$\Delta V = (V_k) - (V_T) \quad (7)$$

Karena adanya resistansi pada penghantar maka tegangan yang diterima konsumen (V_r) akan lebih kecil dari tegangan kirim (V_s), sehingga tegangan jatuh (V_{drop}) merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan V_R (*voltage regulation*) dan dinyatakan oleh rumus :

$$V_R = \frac{v_s - v_r}{v_r} \times 100\% \quad (8)$$

Dimana;

V_s = tegangan pada pangkal pengiriman

V_r = tegangan pada ujung penerimaan

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan satu, maka dalam penyederhanaan perhitungannya, diasumsikan beban-bebannya adalah beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya ($\cos \phi$) antara 0,6 s/d 0,85. Tegangan jatuh dapat dihitung berdasarkan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut :

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \quad (9)$$

Dimana :

I = Arus beban (A)

R = Tahanan rangkaian (Ω)

X = Reaktansi induksi rangkaian (Ω)

Salah satu persyaratan dalam instalasi listrik adalah dengan berpedoman pada PUIL 2011 yang bertujuan untuk memberikan standarisasi ukuran kabel dengan penentuan arus lebih dan arus hubung singkat sehingga kemampuan hantar arus listrik pada kabel penghantarnya sesuai dengan yang ditentukan kapasitas Hantar arus (KHA). Berikut gambaran tabel yang memperlihatkan kapasitas hantar arus kabel tembaga dengan pemasangan luar yang mewakili luas penampang kabel dengan nilai 2,5 mm² hingga 95 mm²

Luas Penampang Nominal Konduktor (mm ²)	Arus Maksimum yang diperbolehkan (A)	Arus Pengenal Pengaman MCB (A)
2,5	25	20
4	34	32
6	43	40
10	60	50
16	80	63
25	101	85
35	125	100
50	153	125
70	196	170
95	238	200

Gambar 2.7 Kapasitas Hantar Arus pada kabel tembaga (Subuh Isnur (2019))

Untuk menghitung besarnya kerugian tegangan atau Penurunan Tegangan (Drop Voltage) pada motor listrik 3 phase.

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{A} \quad (10)$$

V_r = Penurunan Tegangan (*Drop Voltage*)

P = Daya listrik (Watt)

I = Besar Arus (A)

$\cos \phi$ = Faktor daya

2.2.8 Penyebab Drop Tegangan

Besar kecilnya drop tegangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : tahanan saluran, arus saluran, faktor daya ($\cos \phi$), panjang saluran dan berikut ini beberapa penyebab drop tegangan :

1. Pembagian atau penempatan beban di masing- masing fasa tidak sama.
2. Pemasangan sambungan kabel atau soket yang kurang baik.
3. Sambungan penghantar kabel yang berkarat, kotor atau terkena oli.
4. Penggunaan kabel yang terlalu panjang.
5. Arus listrik yang dibutuhkan besar namun menggunakan kabel dengan ukuran diameter yang terlalu kecil.

Akibat adanya impedansi saluran dan beban maka antara tegangan sumber (V_s) dan tegangan penerima (V_p) terdapat perbedaan. Dimana tegangan penerima akan selalu lebih kecil dari tegangan sumber ($V_s > V_p$). Selisih tegangan tersebut disebut dengan drop tegangan (V). Secara umum drop tegangan adalah :

$$V = V_s - V_p \quad (11)$$

2.2.9 Metode Perbaikan Tegangan Jatuh

Voltage drop pada sistem distribusi dapat di analisa dengan perhitungannya manual maupun menggunakan media digital komputer. Analisa tersebut dapat Memberikan rekomendasi kepada praktisi *engineer* untuk memilih beberapa metode analisis *voltage drop* dengan baik.

Load flow studies (studi aliran beban) digunakan untuk mengetahui aliran daya listrik yang ditransfer dari generator ke beban-beban listrik yang melalui sistem jaringan dengan stabil. Teknik konvensional ini secara langsung dapat mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada pada aliran daya di saluran distribusi dengan menggunakan metode Newton-Raphson atau Gauss-Seidel.(Tanti 2012)

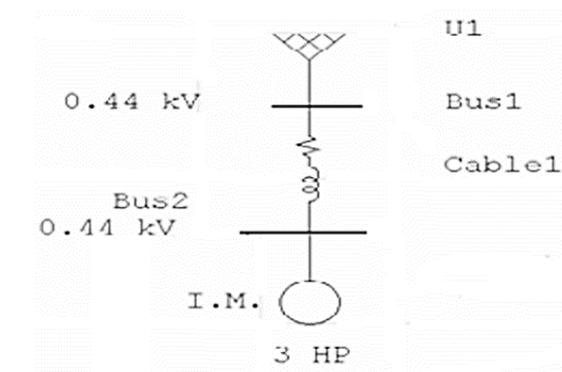
Metode perhitungan tegangan jatuh dengan cara *load flow analysis* menggunakan *software* sangatlah membantu dengan hasil yang lebih baik atau lebih presisi dari pada melakukannya dengan sistem manual.

Dengan mengetahui data aktual *single line diagram* kemudian dapat disimulasikan pada *software* ETAP untuk segera dianalisa apakah terjadi *under voltage* pada tiap bus penyulang. *Load flow analysis* yang disimulasikan dengan ETAP menggunakan metode Newton-Raphson. Apabila terjadi suatu kegagalan sistem atau sistem tersebut bermasalah ETAP akan memberikan tanda warna merah. *Load flow studies* bisa digunakan juga untuk mengoptimalkan *size* dari kabel apabila terjadi *under voltage*.(Kapahi 2017)

Studi aliran daya atau *load flow analysis* memiliki fungsi yang sangat penting dalam merencanakan perluasan sistem tenaga listrik dan menentukan operasi terbaik dari suatu sistem kelistrikan. Keterangan utama yang diperoleh dari suatu aliran beban adalah besar dan sudut fasa tegangan pada setiap rel dan daya nyata serta daya reaktif yang mengalir pada setiap saluran.

Power flow atau *load flow studies* sangat penting sebagai perencanaan kedepan untuk sistem tenaga yang baik dan benar serta dari hasil tersebut dapat mengemukakan pengoperasian aliran daya yang terbaik atau maksimal. Prinsip penggunaan dari *power flow study* adalah tentang *magnitude* dan sudut phase dari tegangan yang dihasilkan pada setiap *bus* dan daya reaktif yang ditampilkan dari *power flow study*.(Tanti 2012)

Gambar perencanaan *single line diagram* yang ada pada *software* ETAP dapat melihat karakteristik motor induksi. *Software* ETAP memiliki dua metode perhitungan *starting* motor induksi yaitu *dynamic motor acceleration* dan *static motor acceleration*. Pada *running* motor induksi menggunakan metode tersebut akan diketahui bagaimana karakteristik motor induksi saat dalam kondisi *starting* dan *steadystate* dengan mengatur waktu akselerasi motor yang diinginkan.(Patil and Porate 2009)



Gambar 2.7 Single line diagram di Etap (Abdullah and Badaruddin 2020)

Simulasi ETAP dengan menggunakan *motor acceleration analysis* akan dapat menentukan berapa tegangan dan arus tiap detik pada motor tersebut ketika berakselerasi, hasil dari *running software* ETAP tersebut dapat dimasukkan ke dalam standar ANSI std 1159-1995 tentang *voltage drop*.

2.2.10 Kapasitor

Fungsi utama dari kapasitor yaitu sebagai penyeimbang beban induktif, seperti yang diketahui bahwa beban peralatan listrik yang sering digunakan dan dijumpai memiliki karakteristik induktif, sehingga untuk menyeimbangkan karakteristik beban tersebut perlu digunakan kapasitor yang berperan sebagai beban kapasitif. Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. (Anthony 2012)

Berikut adalah beberapa kegunaan dari kapasitor :

1. Memperbaiki faktor daya
2. Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks atau daya *apparent* (VA)
3. Mengurangi tegangan jatuh (*voltage drop*)
4. Menghindari kelebihan beban transformer
5. Memberikan tambahan daya tersedia
6. Menghindari kenaikan arus / suhu pada kabel
7. Menghemat daya / efisiensi

Pengaturan tegangan dengan menggunakan kapasitor, selain dapat memperbaiki nilai tegangan juga dapat meningkatkan nilai faktor daya. Sebab dengan memasang kapasitor, akan dapat mengurangi penyerapan daya reaktif oleh beban. Dengan berkurangnya nilai daya reaktif yang diserap oleh beban akan dapat meningkatkan nilai faktor daya.

2.2.11 Transien

Transien adalah suatu respon lonjakan sesaat dari karakteristik arus atau tegangan tanpa mengubah frekuensi dari kondisi tunak dengan bentuk gelombang yang memiliki polaritas bolak-balik. Penyebab fenomena transien adalah adanya perubahan parameter rangkaian, yang biasanya terjadi akibat pensaklaran, rangkaian terbuka, atau hubung singkat, perubahan dalam operasi sumber.

Perubahan arus, tegangan, dan yang lain selama transien tidak berlangsung seketika dan membutuhkan waktu, walaupun ini terjadi secara cepat. Untuk mengubah energi magnetik memerlukan perubahan arus melalui induktansi. Oleh karena itu, arus dalam rangkaian induktif tidak dapat berubah seketika. Perubahan arus dalam induktor membawa tegangan induksi dari nilai $L \frac{di}{dt}$

Dalam analisa transien, hal umum untuk mengasumsikan bahwa skala perbandingan akan mengambil waktu pada $t = 0$ (atau $t = t_0$) dan terjadi secara seketika, misalnya dalam waktu nol, artinya pensaklaran yang ideal. Selanjutnya, dapat mengidentifikasi dua waktu seketika tepat sebelum pensaklaran dengan simbol 0^- , misalnya $t = 0^-$, dan waktu seketika tepat setelah pensaklaran dengan simbol 0^+ (atau hanya 0).

Pada umumnya beban listrik yang memiliki karakteristik arus masuk adalah motor listrik, tetapi hal ini juga terjadi pada peralatan listrik lain yang memiliki rangkaian kapasitor/elco dan dioda atau penyearah, seperti catu daya pada PC. Booster tenaga listrik adalah suatu alat elektronik yang digunakan sebagai media penyaluran energi listrik dan peningkatan penggunaan energi listrik. Sesuai dengan prinsip kerjanya generator listrik mampu menghasilkan arus dan tegangan bolak balik (AC). (Pasaribu, Evalina, and Harahap 2021)

2.2.12 Electrical Transient Analysis Program (ETAP)

ETAP *Power station* adalah *software* untuk *power system* yang bekerja berdasarkan perencanaan (*plant/project*) (T. Elektro and Surabaya 2013). Setiap *plant* harus menyediakan *modeling* peralatan dan alat – alat pendukung yang berhubungan dengan analisis yang akan dilakukan. ETAP *power station* dapat melakukan penggambaran *single line diagram* secara grafis dan mengadakan beberapa analisis / studi yakni *load flow* (aliran daya), *short circuit* (hubung singkat), *motor starting*, *harmonics power systems*, *transient stability* dan *protective device coordination*.(Abdullah and Badaruddin 2020)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP *power station* adalah :

a. *Single line diagram*

Menunjukkan hubungan antar komponen / peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.

b. *Library*

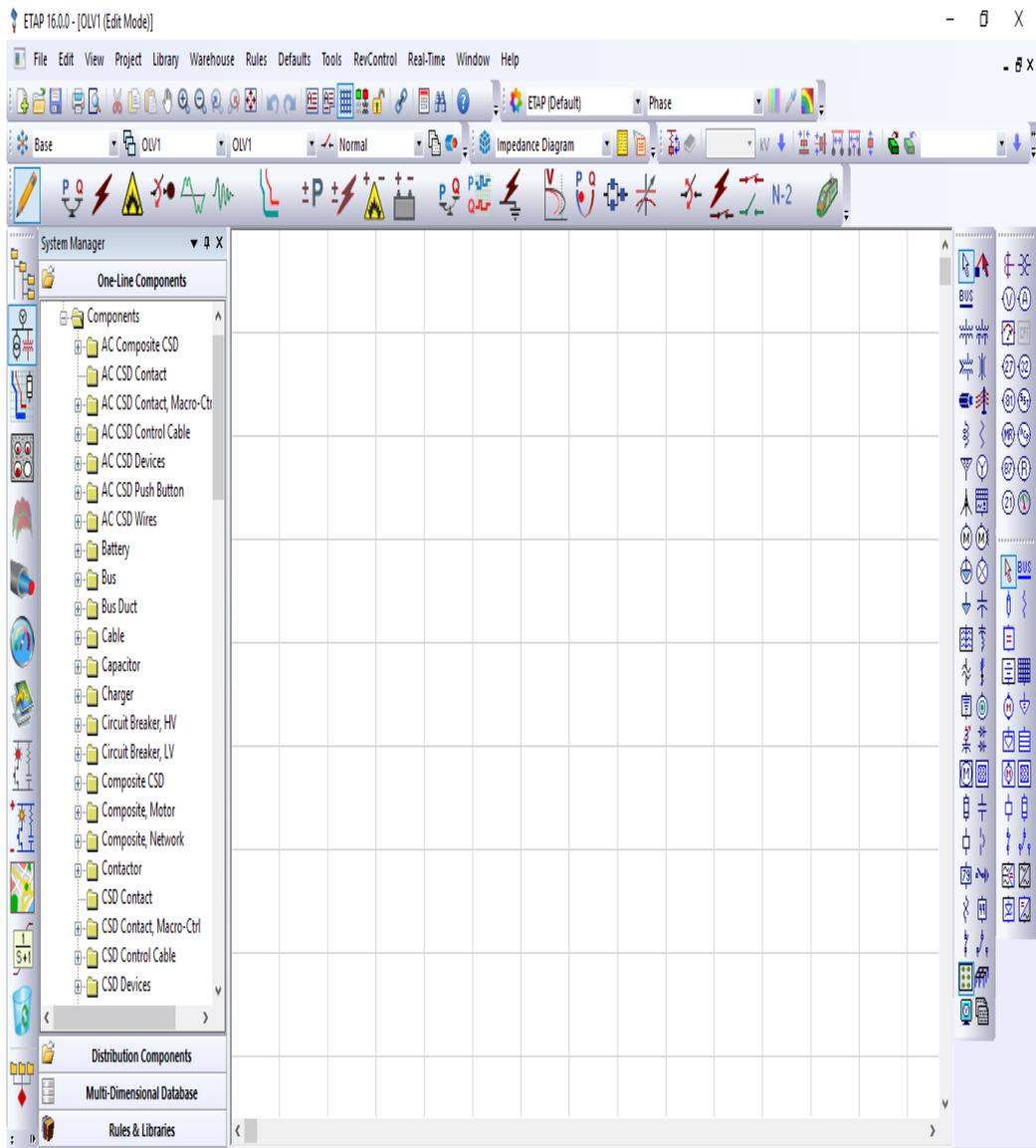
Informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakaidalam sistem kelistrikan. Data listrik maupun mekanisdari peralatan yang detail / lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi atau analisa.

c. *Standar*

Standar yang dipakai biasanya mengacu pada standar IEC atau ANSI. Perbedaan antar standar IEC dan ANSI terletak pada standar frekuensi yang digunakan yang mengakibatkan perbedaan spesifikasi peralatan yang digunakan. Jika pada standar IEC nilai frekuensi yang digunakan adalah 50 Hz, sedangkan standar ANSI nilai frekuensi yang digunakan adalah 60 Hz.(Tanti 2012)

d. *Study Case*

Study case berisikan parameter – parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukandan format hasil analisa.



Gambar 2.8 Tampilan ETAP 16.0

BAB 3
METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu penelitian

Penelitian ini diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), pengumpulan data energi listrik di kapal tugboat Maiden Central, analisa data secara manual maupun dengan menggunakan software ETAP, dan terakhir kesimpulan dan saran. Rincian dari penelitian ini seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Jadwal penelitian

NO	Uraian	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Kajian studi Literasa						
2	Penyusunan proposal penelitian						
3	Pengumpulan data energi listrik di kapal tugboat Maiden Central						
4	Penyusunan Bab 1 sampai Bab 3						
5	Analisa data secara manual maupun menggunakan Software ETAP						
6	Seminar						
7	Sidang akhir						

3.1.2 Tempat penelitian

Penelitian di lakukan pada kapal tugboat Maiden Central yang berada di dermaga PT. WARUNA SHIPYARD INDONESIA Jl. Bagan Deli, Kec. Medan Belawan, Kota Medan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Tang Ampere

Tang ampere berfungsi untuk mengukur arus keluaran yang dihasilkan oleh beban daya motor – motor listrik.



Gambar 3.1 Tang Amper

3.2.2 Multimeter

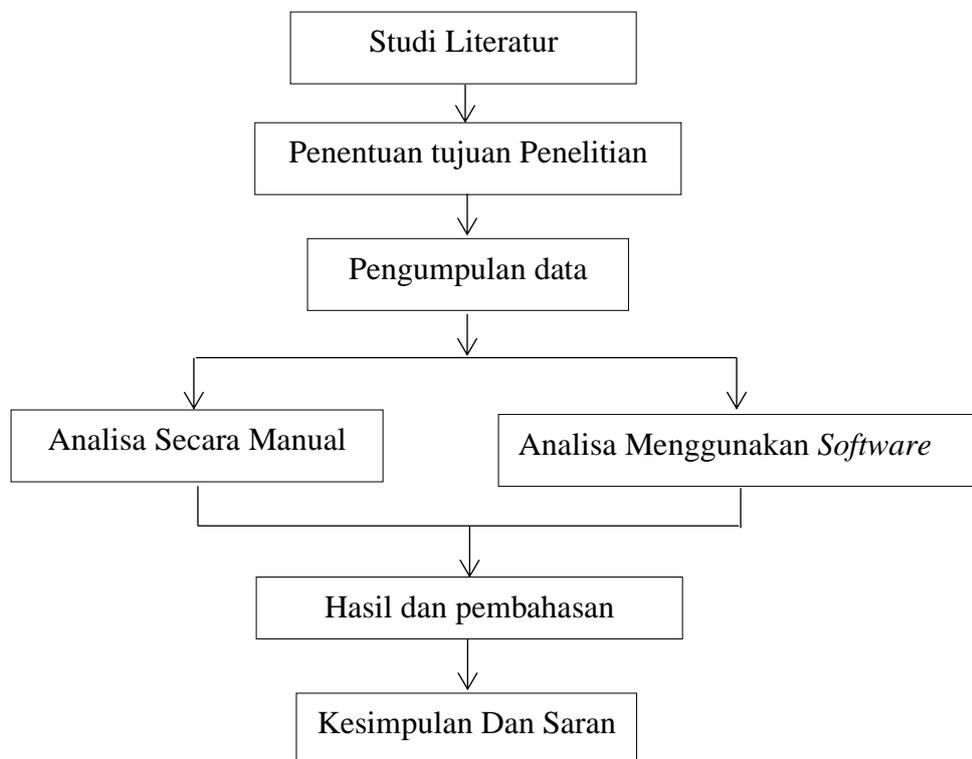
Multimeter pada penelitian ini berfungsi sebagai pengukur tegangan, arus serta hambatan pada beban daya pada motor listrik.



Gambar 3.2 Multimeter

3.3 Bagan Alir Penelitian

Alur penelitian merupakan serangkaian proses yang terjadi selama penelitian berlangsung yang disusun secara urut dari tahap awal hingga akhir. Dengan alur penelitian dapat ditentukan tujuan dan arah penelitian tugas akhir ini akan dilakukan. Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :



Gambar 3.3 Blok Diagram Alur Penelitian

3.4. prosedur penelitian

3.4.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu:

1 Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mendalami materi dan mengambil bahan penelitian, sehingga penelitian ini dapat dilakukan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Selain itu juga untuk mengetahui karakteristik dan objek yang di teliti sehingga diketahui

kendala dan hambatan yang mungkin dihadapi ketika melakukan penelitian

2 Studi pustaka

Pada tahap ini dilakukan pendalaman materi untuk menyelesaikan masalah yang dirumuskan, selain itu juga dilakukan tela'ah literasi dan jurnal yang mendukung penelitian. Studi literasi dilakukan agar dapat digunakan sebagai panduan informasi untuk mendukung penyelesaian pengolahan data penelitian. Tahap ini juga mempelajari teori – teori yang menunjang penelitian yang akan dilakukan.

3 Wawancara

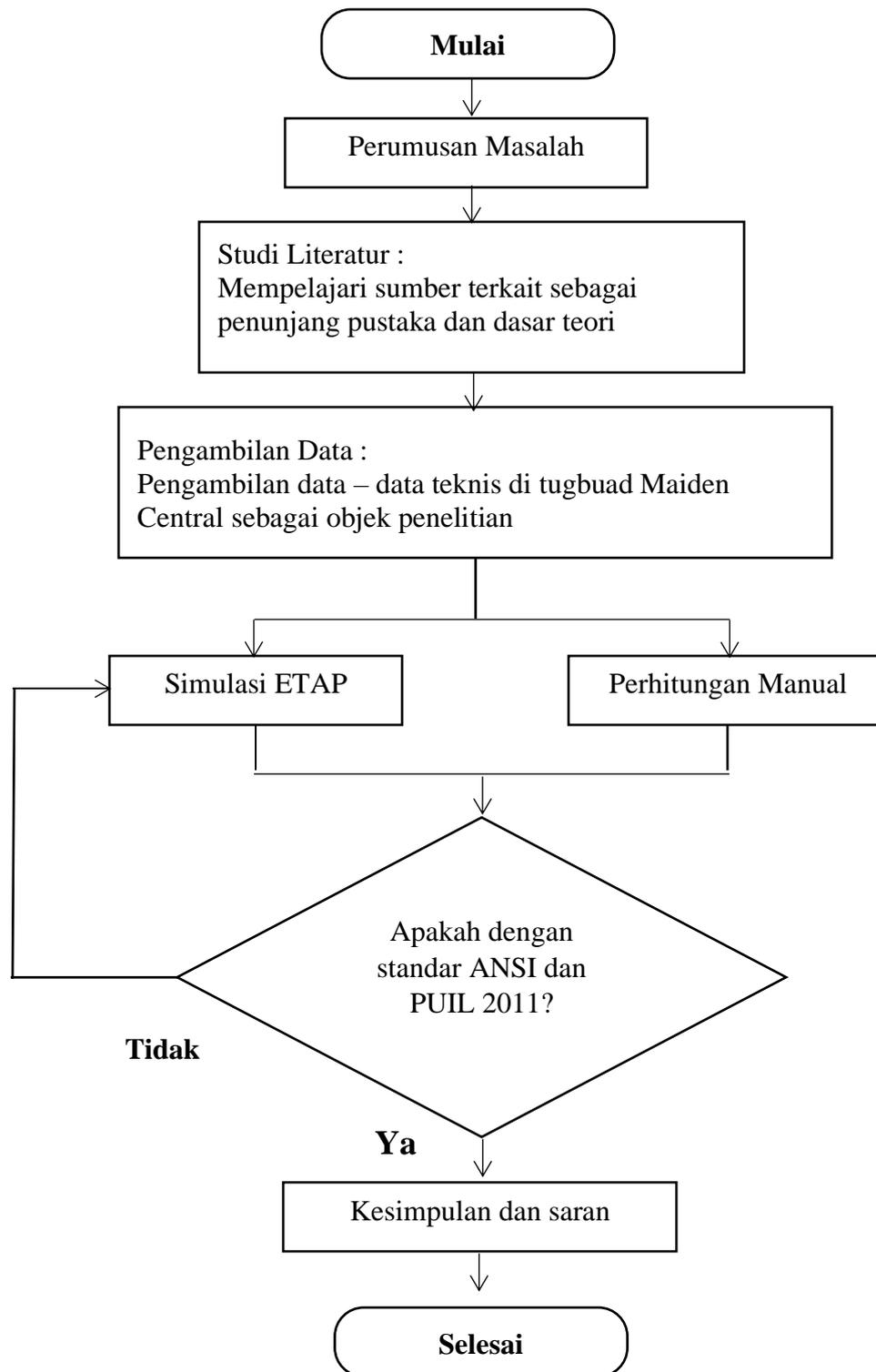
Wawancara merupakan komunikasi verbal untuk mengumpulkan informasi dari seseorang, dengan menggunakan tanya jawab secara langsung terhadap kru kapal terkait untuk mendapat data penelitian yang diperlukan. Adapun data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- a. Data spesifikasi teknis generator
- b. Data spesifikasi teknis beban motor-motor listrik

3.4.2 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan sebuah aplikasi software ETAP untuk menggambarkan kondisi oprasional motor – motor listrik sesuai kondisi kapal, dan menggunakan perhitungan secara manual sebagai perbandingan untuk disesuaikan dengan standar PUIL 2011 dan ANSI.

3.5 Flowcat Penelitian



Gambar 3.4 Flowcat

3.5.1 Perumusan Masalah

Tahap perumusan masalah yaitu berisi tentang bagaimana cara melakukan perhitungan tegangan jatuh, menyesuaikan hasil perhitungan dan simulasi dengan standar dan cara melakukan perbaikan tegangan jatuh.

3.5.2 Studi Literatur

Tahapan studi literatur yaitu berisi tentang rangkuman penunjang dasar teori yang berkaitan dengan pembahasan tugas akhir.

3.5.3 Pengambilan Data

Pengambilan data pendukung diambil di Kapal Tugboat maiden central yang bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini sehingga dibutuhkan pengambilan data lapangan sebagai penunjang.

3.5.4 Simulasi ETAP

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan program simulasi pada *software* ETAP dengan cara melakukan penggambaran kondisi operasional motor – motor listrik sesuai dengan kondisi kapal.

3.5.5 Perhitungan Manual

Tahap melakukan perhitungan secara manual disesuaikan dengan pengambilan data teknis motor – motor listrik kapal tugboat maiden central.

3.5.6 Analisa Data dan Pembahasan

Pada tahapan analisa data adalah menganalisa hasil yang didapatkan dari hasil simulasi ETAP dan hasil perhitungan secara manual. Setelah mendapatkan hasil dari keduanya hasil perhitungan tersebut disesuaikan dengan standar IEEE dan ANSI serta PUIL 2011 sebagai tolak ukur penelitian.

3.5.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan, selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisa dan pembahasan yang telah dihitung serta memperoleh hasil dan memberikan saran atau rekomendasi sebagai kontribusi pengerjaan tugas akhir.

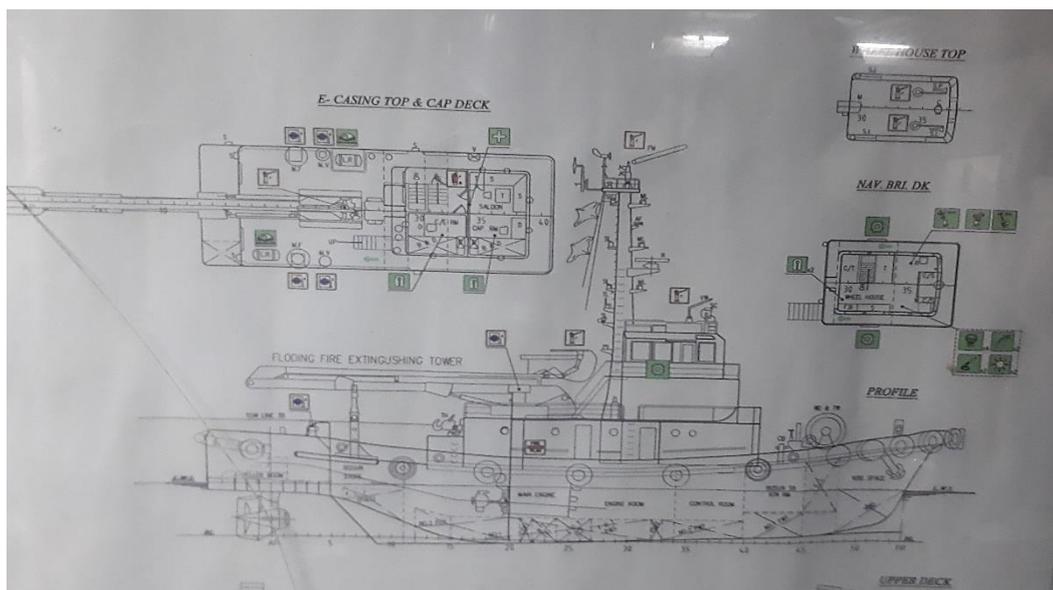
BAB 4

ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

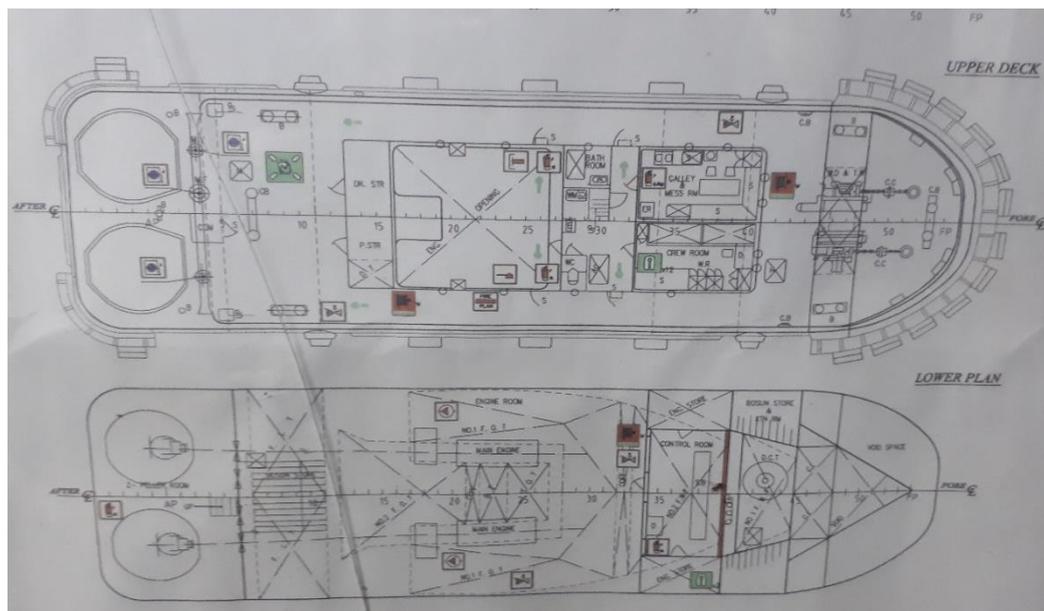
4.1 Data Kapal

Adapun dimensi utama dari kapal yang digunakan sebagai objek penelitian adalah sebagai berikut :

<i>Name of Ship</i>	: <i>Maiden Central</i>
<i>Kind of Ship</i>	: <i>Tugboat (kapal Tunda)</i>
<i>LOA (panjang keseluruhan)</i>	: <i>30,60 m</i>
<i>LBP (tinggi)</i>	: <i>27,56 m</i>
<i>Breadth (lebar)</i>	: <i>8,80 m</i>
<i>Drapth (tinggi ruangan)</i>	: <i>3,48 m</i>
<i>Drfat</i>	: <i>2,60 m²</i>
<i>Operator</i>	: <i>PT. Multi Jaya Samudra</i>



Gambar 4.1 Skema Kapal



Gambar 4.2 Skema Kapal

4.2 Spesifikasi Peralatan

Pada sistem kelistrikan distribusi motor – motor listrik di kapal Tugboad Maiden Central terdapat beberapa komponen mesin listrik seperti generator dan motor listrik. Berikut adalah spesifikasi teknis peralatan mesin listrik yang menunjang sistem distribusi listrik di kapal Tugboad Maiden Central .

a. Generator

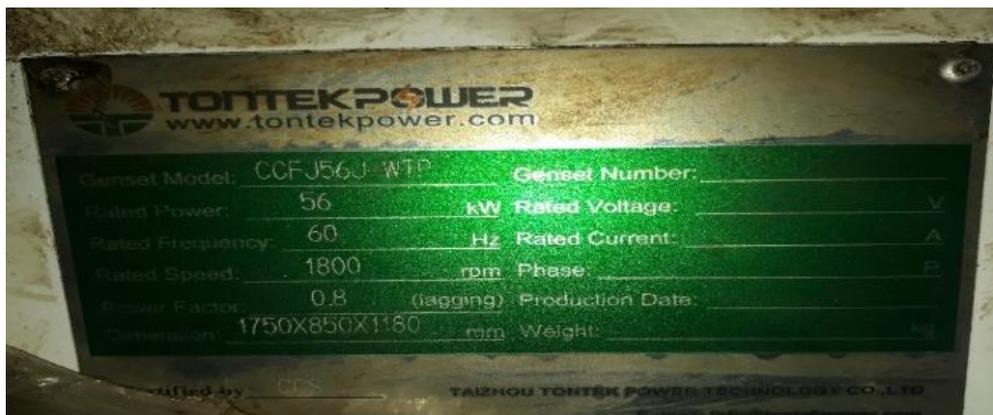
Generator listrik secara umum merupakan suatu mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada Kapal Tugboad Maiden Central, terdapat 2 unit generator utama yang digunakan secara bergantian sesuai kebutuhan beban listrik dikapal. Berikut spesifikasi generator di Tugboad Maiden Central:

- *Generator 1*

Type	: CCF569-WTP,
Merek	: Tenko Power
Daya	: 56 kW
Putaran	: 1800 rpm
Frekuensi	: 60 Hz
Tegangan	: 225 V

- *Generator 2*

Type	: FB28C-JG,
Merek	: Tenko Power
Daya	: 80 kVA
Putaran	: 1800 rpm
Frekuensi	: 60 Hz
Tegangan	: 225 V



Gambar 4.3 generator

b. Motor Listrik

Secara umum motor listrik adalah suatu mesin listrik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor – motor listrik yang digunakan pada sistem distribusi listrik di kapal Tugboad Maiden Central adalah motor induksi 3 fasa, berikut adalah spesifikasi motor – motor listrik yang digunakan pada tabel berikut:

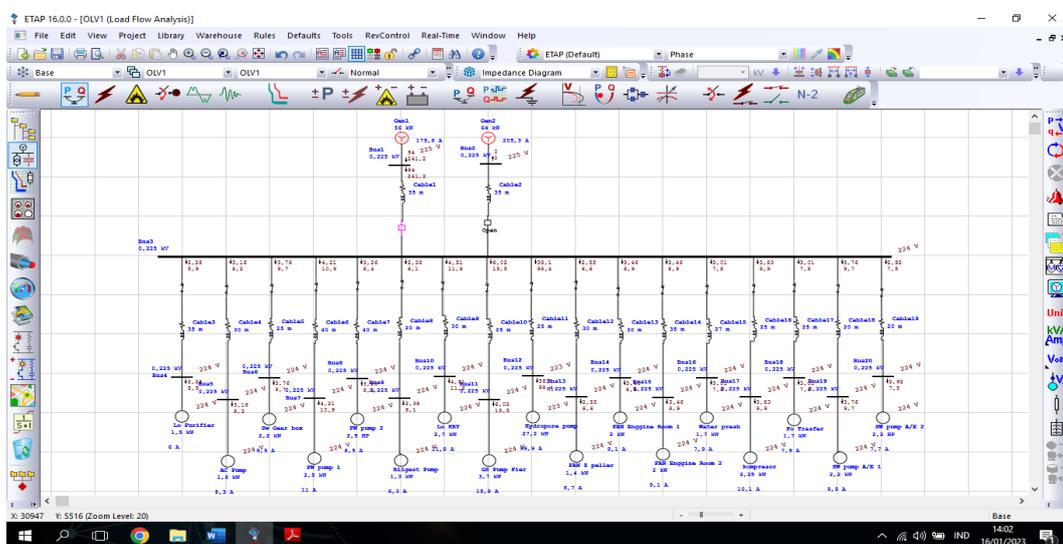
Tabel 4.1 Beban Motor Listrik

Nama Peralatan	P (KW)	V (V)	I (A)	Pole	n (rpm)	Kabel	
						L	(ρ)
Lo Furifier	1,5	220	6,2	4	1800	25	Cu
AC Pump	1,8	220	10	4	1800	15	Cu
Sw Gear box	2,2	220	20	4	1800	30	Cu
FW pump 1	2,5	220	24	4	1800	35	Cu

FW pump 2	2,5	220	24	4	1800	35	Cu
Bilgest Pump	1,3	220	6,3	4	1800	15	Cu
Lo stenby SBY	2,7	220	8,8	4	1800	20	Cu
GS Pump Fier	3,7	220	11,9	4	1800	15	Cu
Hydropore pump	27,2	220	87,7	4	1800	30	Cu
FAN Z peller	1,4	220	5,3	4	1800	40	Cu
FAN Enggine Room 1	2	220	10	4	1800	25	Cu
FAN Enggine Room 2	2	220	9,71	4	1800	30	Cu
Water press	1,7	220	6,5	4	1800	25	Cu
Kompresor	2,25	220	13.2	4	1800	30	Cu
Fo Trasfer	1,7	220	7	4	1800	15	Cu
SW pump A/E 1	2,2	220	24	4	1800	35	Cu
SW pump A/E 2	2,2	220	24	4	1800	35	Cu

4.2.1 Kondisi pembe banan motor – motor listrik pada kapal TB.Maiden Central.

Data yang diperoleh dari pengamatan langsung di kapal tb.maiden central yang digunakan sebagai objek penelitian, tersebut dibuatlah single line diagram ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.4 single line di ETAP 16.0

4.3 Perhitungan Tegangan Jatuh (drop voltage)

4.3.1 Perhitungan Data lapangan menggunakan rumus

Data yang diperoleh dari pengamatan langsung di kapal tugboat Maiden Cental yang digunakan sebagai objek penelitian, maka dilakukan perhitungan secara matematis sebagai contoh pada data tabel diatas:

- Pada beban motor Lo Furifier data yang di peroleh : $I_{data}= 6,2 \text{ A}$, $P=1,5 \text{ KW}$, $V_s=220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} V I \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 25 \cdot 6,2 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 2,405 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 2,405 \text{ V}$$

$$\Delta V = 217,59 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{2,405}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,09\%$$

- Pada beban motor Ac Pump data yang di peroleh : $I_{data}= 10 \text{ A}$, $P=1,8 \text{ KW}$, $V_s=220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 15 \cdot 10 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 2,327 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 2,327 \text{ V}$$

$$\Delta V = 217,67 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{2,327}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,05 \%$$

- Pada beban motor Sw Gear box data yang di peroleh : $I_{\text{data}} = 20 \text{ A}$, $P = 2,2 \text{ KW}$,

$$V_s = 220 \text{ V}$$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 30 \cdot 20 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 9,311 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 9,311 \text{ V}$$

$$\Delta V = 210,68 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{9,311}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 4,23 \%$$

- Pada beban motor FW pump 1 data yang di peroleh : $I_{data} = 24 \text{ A}$, $P = 2,5 \text{ KW}$,

$$V_s = 220 \text{ V}$$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 35 \cdot 24 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 13,03 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 13,03 \text{ V}$$

$$\Delta V = 206,96 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan $\Delta V (\%)$:

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{13,03}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 5,92 \%$$

- Pada beban motor FW pump 2 data yang di peroleh : $I_{data} = 24 \text{ A}$, $P = 2,5 \text{ KW}$,

$$V_s = 220 \text{ V}$$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 45 \cdot 24 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 16,76 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 16,76 V$$

$$\Delta V = 203,23 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{13,03}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 7,61 \%$$

- Pada beban motor Bilgest Pump data yang di peroleh : $I_{data} = 6,3 A$,

$$P = 1,3 \text{ KW}, V_s = 220 V$$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 15 \cdot 6,3 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 1,46 V$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 1,46 V$$

$$\Delta V = 218,53 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{1,46}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 0,66 \%$$

- Pada beban motor Lo stenby SBY data yang di peroleh : $I_{data} = 8,8 \text{ A}$,
 $P = 2,7 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 20 \cdot 8,8 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 2,731 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 2,731 \text{ V}$$

$$\Delta V = 217,26 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{2,731}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,24 \%$$

- Pada beban motor GS Pump Fier data yang di peroleh : $I_{data} = 11,9 \text{ A}$,
 $P = 3,7 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 15 \cdot 11,9 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 2,77 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 2,77 V$$

$$\Delta V = 217,22 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{2,77}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,26 \%$$

- Pada beban motor Hydropore pump data yang di peroleh : $I_{\text{data}} = 87,7 A$,
 $P = 27,2 KW$, $V_s = 220 V$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 87,7 \cdot 30 \cdot 0,8}{35 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 1,749 V$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 1,749 V$$

$$\Delta V = 218,25 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{8,297}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 0,79 \%$$

- Pada beban motor FAN Z peller data yang di peroleh : $I_{data} = 5,3 \text{ A}$,
 $P = 1,4 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 5,3 \cdot 40 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 3,29 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 3,29 \text{ V}$$

$$\Delta V = 216,709 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{3,29}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,49\%$$

- Pada beban motor FAN Engine Room 1 data yang di peroleh : $I_{data} = 10 \text{ A}$,
 $P = 2 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 25 \cdot 10 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 3,87 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 3,87 V$$

$$\Delta V = 216,12 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{3,87}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,76 \%$$

- Pada beban motor FAN Engine Room 2 data yang di peroleh : $I_{data}=9,71A$,
 $P=2 KW$, $V_s=220 V$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 30 \cdot 9,71 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 4,52 V$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 4,52 V$$

$$\Delta V = 215,47 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{4,52}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 2,05 \%$$

- Pada beban motor Water press data yang di peroleh : $I_{data} = 6,5 \text{ A}$, $P = 1,7 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 25 \cdot 6,5 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 2,52 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 2,52 \text{ V}$$

$$\Delta V = 217,47 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{2,52}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 1,14 \%$$

- Pada beban motor Kompresor data yang di peroleh : $I_{data} = 13,2 \text{ A}$, $P = 2,25 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 30 \cdot 13,2 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 5,85 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 5,85 V$$

$$\Delta V = 214,14 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{5,85}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 2,66 \%$$

- Pada beban motor Fo Trasfer Pump data yang di peroleh : $I_{data} = 7 A$,
 $P = 1,7 KW$, $V_s = 220 V$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 15 \cdot 7 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 1,62 V$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 1,62 V$$

$$\Delta V = 218,37 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{1,62}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 0,74 \%$$

- Pada beban motor SW pump A/E 1 data yang di peroleh : $I_{data} = 24 \text{ A}$, $P = 2,2 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 35 \cdot 24 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 13,03 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 \text{ V} - 13,03 \text{ V}$$

$$\Delta V = 206,96 \text{ V}$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = \frac{13,03}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 5,92 \%$$

- Pada beban motor SW pump A/E 2 data yang di peroleh : $I_{data} = 24 \text{ A}$, $P = 2,2 \text{ KW}$, $V_s = 220 \text{ V}$

- Mencari rugi tegangan (V_r) :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{A}$$

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 40 \cdot 24 \cdot 0,8}{1,5 \times 10^{-6}}$$

$$V_r = 14,89 \text{ V}$$

- Mencari nilai besar tegangan akhir (ΔV) :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$\Delta V = 220 V - 14,89 V$$

$$\Delta V = 205,101 V$$

- Mencari nilai presentase rugi tegangan ΔV (%) :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \%$$

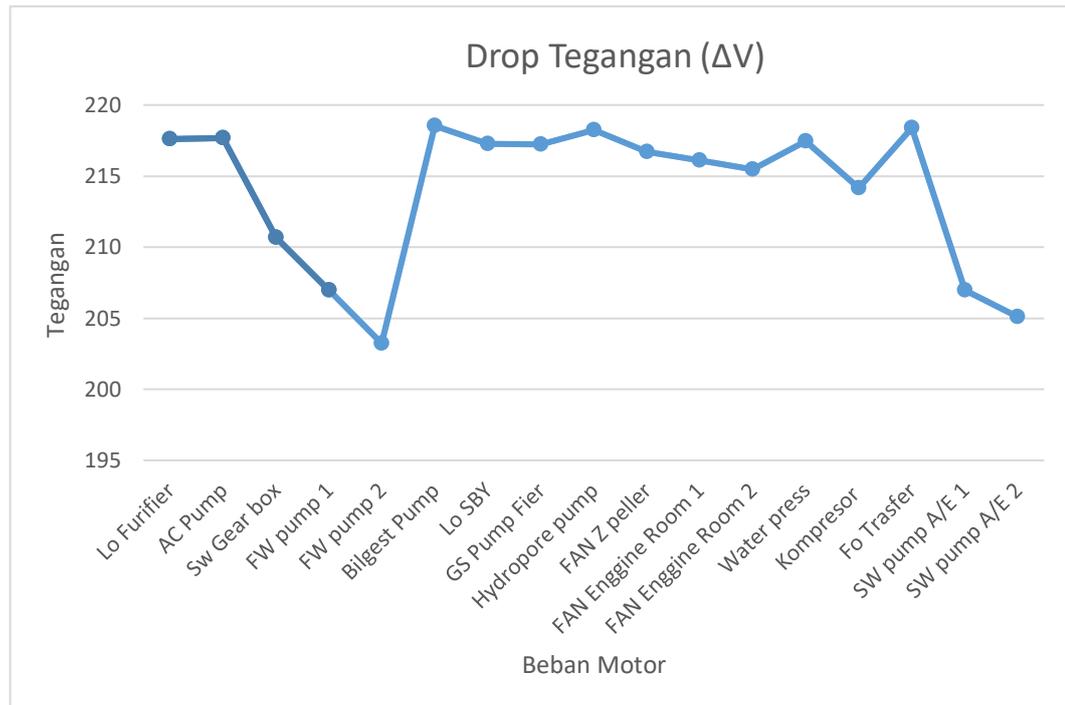
$$\Delta V (\%) = \frac{14,89}{220} \times 100 \%$$

$$\Delta V (\%) = 5,77 \%$$

Berdasarkan data pengukuran yang telah dihitung dengan menggunakan rumus, dari titik sumber tegangan sampai ke titik beban maka, hasil perhitungan drop tegangan diatas akan dimasukkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4.1 Drop Tegangan

Nama Peralatan	P (KW)	I _{data} (A)	Cos ^φ	V _s (V)	V _r (V)	Drop	ΔV	ΔV (%)	ANSI <5%
Lo Furifier	1,5	6,2	0,8	220	2,405	Drop	217,59	1,09	Toleransi
AC Pump	1,8	10	0,8	220	2,237	Drop	217,67	1,05	Toleransi
Sw Gear box	2,2	20	0,8	220	9,311	Drop	210,68	4,23	Toleransi
FW pump 1	2,5	24	0,8	220	13,03	Drop	206,96	5,92	Tidak
FW pump 2	2,5	24	0,8	220	16,76	Drop	203,23	7,61	Tidak
Bilgest Pump	1,3	6,3	0,8	220	1,64	Drop	218,53	0,66	Toleransi
Lo SBY	2,7	8,8	0,8	220	2,731	Drop	217,26	1,24	Toleransi
GS Pump Fier	3,7	11,9	0,8	220	2,77	Drop	217,22	1,26	Toleransi
Hydropore pump	27,2	87,7	0,8	220	1,749	Drop	218,25	0,79	Toleransi
FAN Z peller	1,4	5,3	0,8	220	3,29	Drop	216,709	1,49	Toleransi
FAN Enggine Room 1	2	10	0,8	220	3,87	Drop	216,12	1,76	Toleransi
FAN Enggine Room 2	2	9,71	0,8	220	4,52	Drop	215,47	2,05	Toleransi
Water press	1,7	6,5	0,8	220	2,52	Drop	217,47	1,14	Toleransi
Kompresor	2,25	13,2	0,8	220	5,85	Drop	214,14	2,66	Toleransi
Fo Trasfer	1,7	7	0,8	220	1,62	Drop	218,37	0,74	Toleransi
SW pump A/E 1	2,2	24	0,8	220	13,03	Drop	206,96	5,92	Tidak
SW pump A/E 2	2,2	24	0,8	220	14,87	Drop	205,101	5,77	Tidak



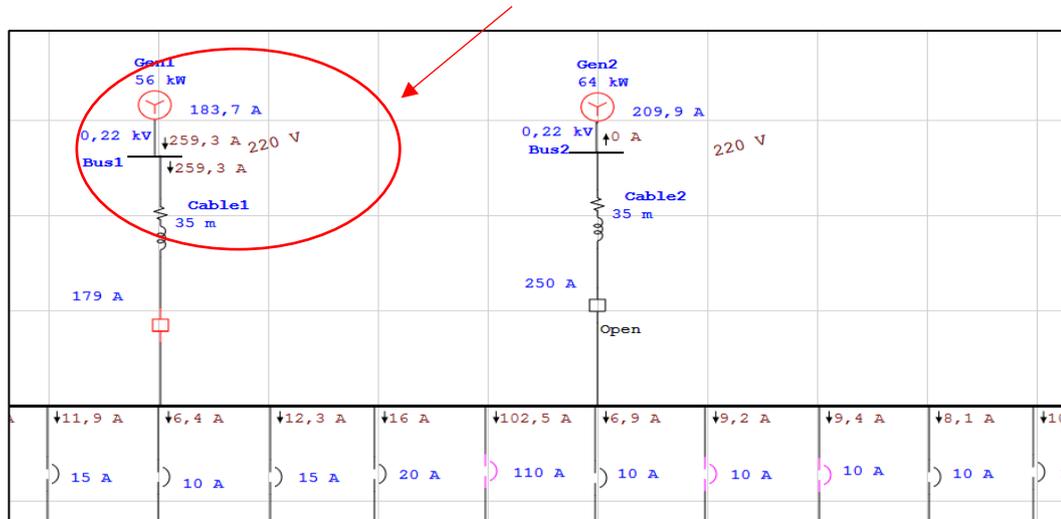
Grafik 4.1 Perhitungan Manual Pada Beban daya motor listrik

Total daya yang dikonsumsi pada Kapal Tb. Maiden Central sesuai dengan tabel adalah 60,85 kW dan nilai $\cos \phi$ 0,8 yang didapatkan dari asumsi kondisi generator. Dari hasil perhitungan didapatkan data pada tabel 4.6, terjadi tegangan jatuh yang tidak sesuai dengan standar PUIL 2011 dan ANSI yaitu +/- 5%. Terdapat tegangan jatuh yang tidak dapat ditoleransi oleh standar PUIL 2011 dan ANSI terjadi pada beban FW pump no.1 5,92%, FW pump no.2 7,61%, SW pump A/E 1 5,77% dan SW pump A/E 2 5,77%. Tegangan jatuh terbesar terjadi FW pump no.2 7,61%, dengan tegangan sumber dari generator sebesar 220 V. Dalam hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan jatuh pada sistem jaringan distribusi listrik memiliki nilai yang berbeda pada tiap titik beban, tegangan jatuh pada tiap titik beban tersebut dapat terjadi karena oleh berbagai macam penyebab seperti turunnya sumber tegangan dari generator, ketidak seimbangan beban, faktor *starting motor* yang terjadi pada tiap titik beban motor listrik, kesalahan dalam pemilihan kabel distribusi dan kondisi umur peralatan beserta perawatannya serta juga bisa dapat terjadi karena kesalahan teknis saat pengambilan data yang menyebabkan kurang telitian dalam perhitungan.

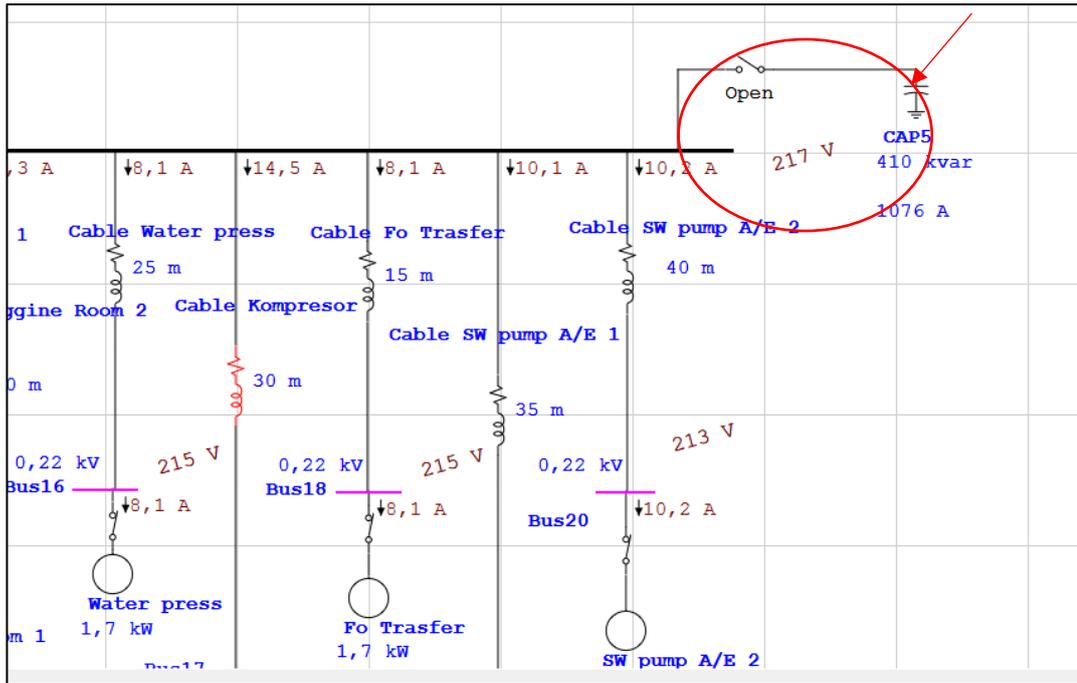
4.3.2 Perhitungan software ETAP 16.0

Setelah dilakukan penginputan data baik data generator, motor listrik maupun panjang kabel pada kapal tersebut, maka dapat dilihat hasil *single line* dan rincian daya listrik pada gambar 4.8 dibawah ini. Dari hasil running ETAP 16.0 yang telah dilakukan penginputan data kondisi lapangan, diketahui nilai tegangan ujung awal pada saluran distribusi yang berasal dari generator ditunjukkan pada gambar berikut yakni 220V. Mengingat bahwasanya menurut standart pui 2011 dan ansi, jatuh tegangan pada jaringan distribusi direkomendasikan tidak kurang dari -5% dari tegangan nominalnya. sehingga nilai tegangan jatuh pada ujung Beban diusahakan tidak lebih dari 5%.

Untuk itu perlu dilakukan perbaikan agar tegangan di *Bus* tersebut dapat bertambah dengan melakukan simulasi etap dan dari hasil simulasi tersebut diusahakan mendapatkan nilai tegangan maksimal yaitu 220V.

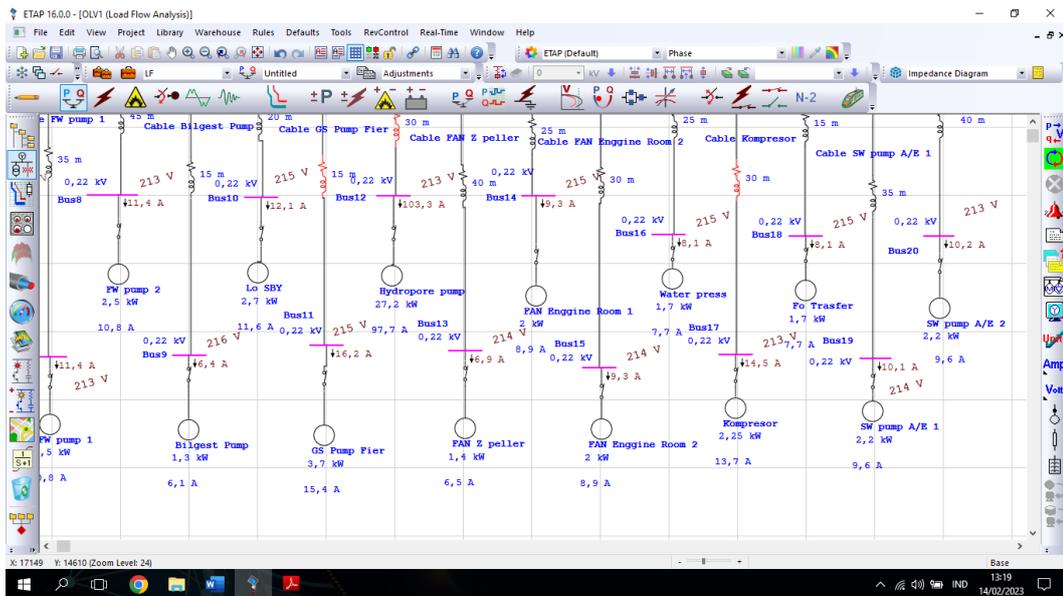


Gambar 4.6 Tegangan Awal Pada Generator



Gambar 4.7 Tegangan Jatuh Pada Main Bus

Terdapat jatuh tegangan pada main bus yaitu berkurang dari 220 V menjadi 217 V dikarenakan adanya beban motor listrik.

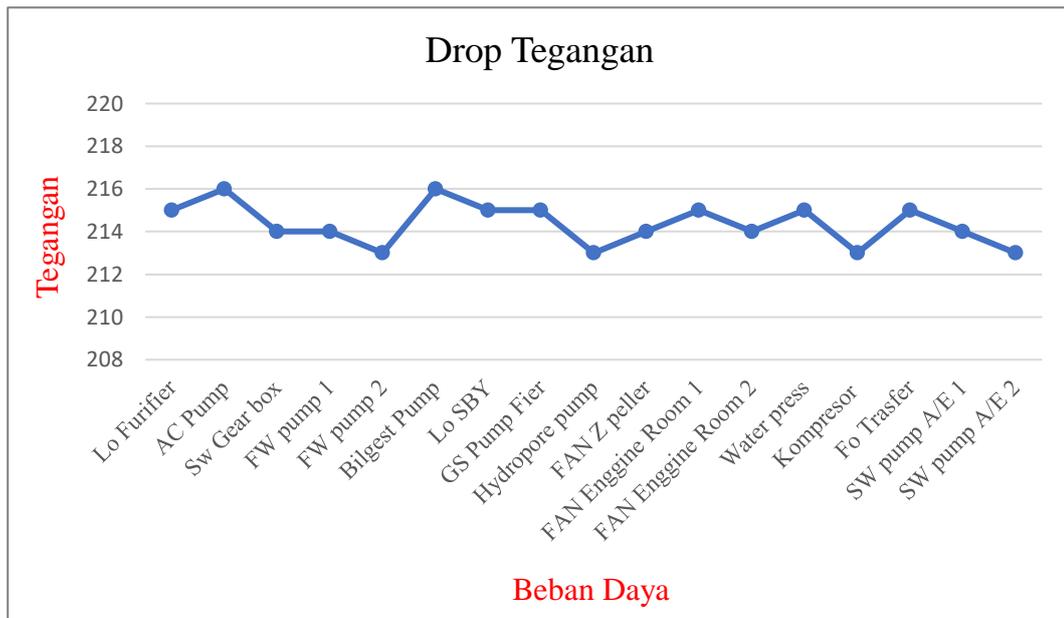


Gambar 4.8 Tegangan jatuh pada beban daya motor listrik

Terdapat beberapa tegangan jatuh pada beban yang telah di simulasikan dengan software ETAP beban tersebut ialah : Tegangan jatuh terbesar terjadi pada beban FW pump no.2, Hydropump, kompresor, SW pump A/E 2 yaitu 3,18 %. dari tegangan nominal generator sebesar 220 V. Meskipun *Losses* (tegangan jatuh) masih dalam standat toleransi dari PUIL 2011 dan ANSI, tidak dapat dipungkiri bahwa losses akan terus bertambah akibat penambahan beban atau juga gangguan dari luar dan di dalam sistem distribusi tersebut. untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Drop Tegangan Pada Simulasi ETAP

Nama Peralatan	P (KW)	I (A)	Cos ^o	V _s (V)	Drop	ΔV	ΔV (%)	ANSI <5%
Lo Furifier	1,5	7	0,8	220	<i>Drop</i>	215	2,27	Toleransi
AC Pump	1,8	8,1	0,8	220	<i>Drop</i>	216	1,81	Toleransi
Sw Gear box	2,2	9,6	0,8	220	<i>Drop</i>	214	2,72	Toleransi
FW pump 1	2,5	10,8	0,8	220	<i>Drop</i>	214	2,72	Toleransi
FW pump 2	2,5	10,8	0,8	220	<i>Drop</i>	213	3,18	Toleransi
Bilgest Pump	1,3	6,1	0,8	220	<i>Drop</i>	216	1,81	Toleransi
Lo SBY	2,7	11,6	0,8	220	<i>Drop</i>	215	2,27	Toleransi
GS Pump Fier	3,7	15,4	0,8	220	<i>Drop</i>	215	2,27	Toleransi
Hydropore pump	27,2	97,7	0,8	220	<i>Drop</i>	213	3,18	Toleransi
FAN Z peller	1,4	6,5	0,8	220	<i>Drop</i>	214	2,72	Toleransi
FAN Enggine Room 1	2	8,9	0,8	220	<i>Drop</i>	215	2,27	Toleransi
FAN Enggine Room 2	2	8,9	0,8	220	<i>Drop</i>	214	2,72	Toleransi
Water press	1,7	7,7	0,8	220	<i>Drop</i>	215	2,27	Toleransi
Kompresor	2,25	13,7	0,8	220	<i>Drop</i>	213	3,18	Toleransi
Fo Trasfer	1,7	7,7	0,8	220	<i>Drop</i>	215	2,27	Toleransi
SW pump A/E 1	2,2	9,6	0,8	220	<i>Drop</i>	214	2,72	Toleransi
SW pump A/E 2	2,2	9,6	0,8	220	<i>Drop</i>	213	3,18	Toleransi



Grafik 4.1 Perhitungan Drop Tegangan Dengan Simulasi Software ETAP 16.0

4.4 Perbandingan antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan program etap 16.0

Dari perhitungan manual dan program ETAP 12.6.0 didapatkan hasil drop tegangan sebagai berikut :

Tabel 4.3 perbandingan simulasi etap dan manual

Nama Peralatan	ΔV manual (%)	ΔV simulasi (%)	Error (%)
Lo Furifier	1,09	2,27	-1,18
AC Pump	1,05	1,81	-0,76
Sw Gear box	4,23	2,72	1,51
FW pump 1	5,92	2,72	3,2
FW pump 2	7,61	3,18	4,43
Bilgest Pump	0,66	1,81	-1,15
Lo SBY	1,24	2,27	-1,03

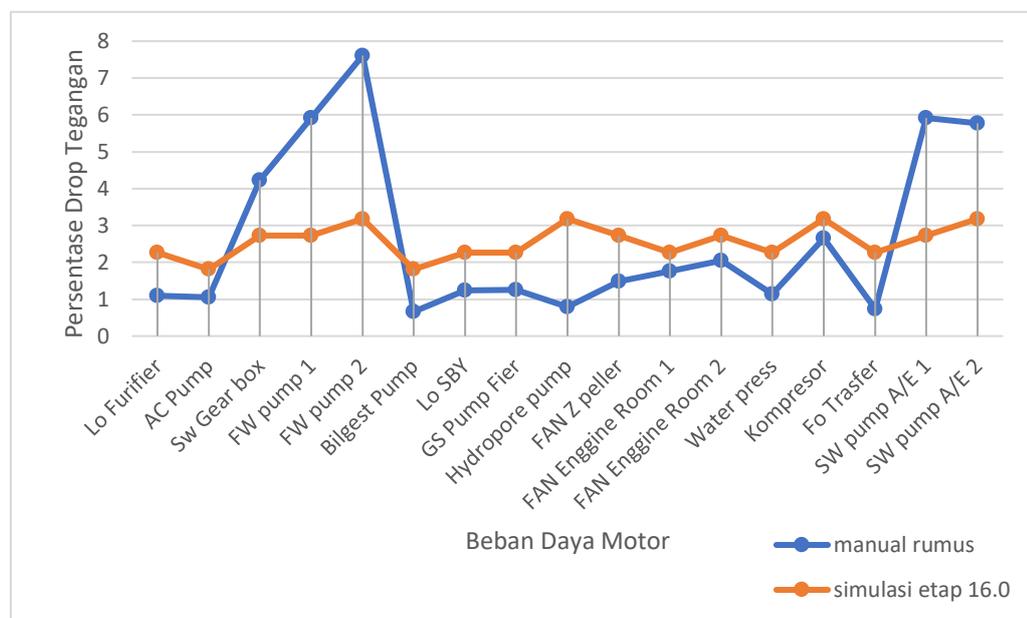
GS Pump Fier	1,26	2,27	-1,01
Hydropore pump	0,79	3,18	-2,39
FAN Z peller	1,49	2,72	-1,23
FAN Enggine Room 1	1,76	2,27	-0,51
FAN Enggine Room 2	2,05	2,72	-0,67
Water press	1,14	2,27	-1,13
Kompresor	2,66	3,18	-0,52
Fo Trasfer	0,74	2,27	-1,53
SW pump A/E 1	5,92	2,72	3,2
SW pump A/E 2	5,77	3,18	2,59

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan di dapatkan bahwa terjadinya *drop* tegangan pada jaringan atau saluran distribusi antara lain adalah dikarenakan pengaruh dari panjang kabel saluran yang terdapat pada motor listrik, maka *drop* tegangan yang terjadi pada motor listrik tersebut. Selain itu nilai impedansi juga mempengaruhi besarnya *drop* tegangan yang terjadi pada motor, dimana impedansi dipengaruhi resistansi saluran dan reaktansi saluran.

Ada beberapa perbedaan pada nilai error perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan, dikarenakan pada kondisi riil di lapangan terdapat beberapa faktor yang menjadikan nilai ΔV perhitungan memiliki nilai yang besar maupun lebih kecil, karena adanya pengaruh *lifetime* / umur peralatan, kondisi koneksi antar kabel, kondisi baik buruknya kabel, kondisi kawat dan juga adanya nilai reaktansi jenis dari panjang saluran yang tidak diamati nilainya pada kondisi riil di lapangan.

Sedangkan pada kondisi simulasi tidak dipengaruhi oleh beberapa faktor pada kondisi riil di lapangan, ΔV simulasi memiliki nilai yang relatif kecil yang berbeda jauh dengan nilai dari ΔV perhitungan, karena pada simulasi tidak memasukkan nilai *lifetime*, kondisi kabel, kondisi koneksi antar kabel, nilai reaktansi jenis dari kabel yang digunakan secara riil di kapal dan *software* ETAP biasa digunakan sebagai *software* tegangan tinggi sedangkan di kapal hanya tegangan rendah. Namun untuk perencanaan instalasi listrik bangunan baru menggunakan *software* ETAP sangat direkomendasikan karena perhitungannya lebih akurat. Dari berbagai

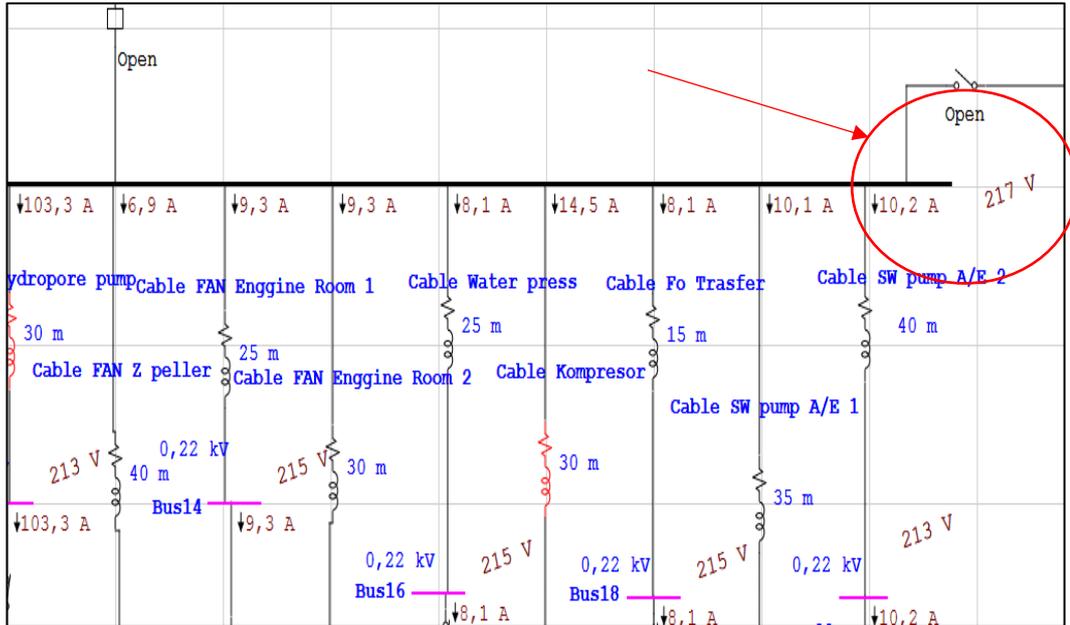
macam kondisi tersebut yang mempengaruhi perbedaan nilai *error* yang cukup signifikan pada ΔV perhitungan dan ΔV simulasi.



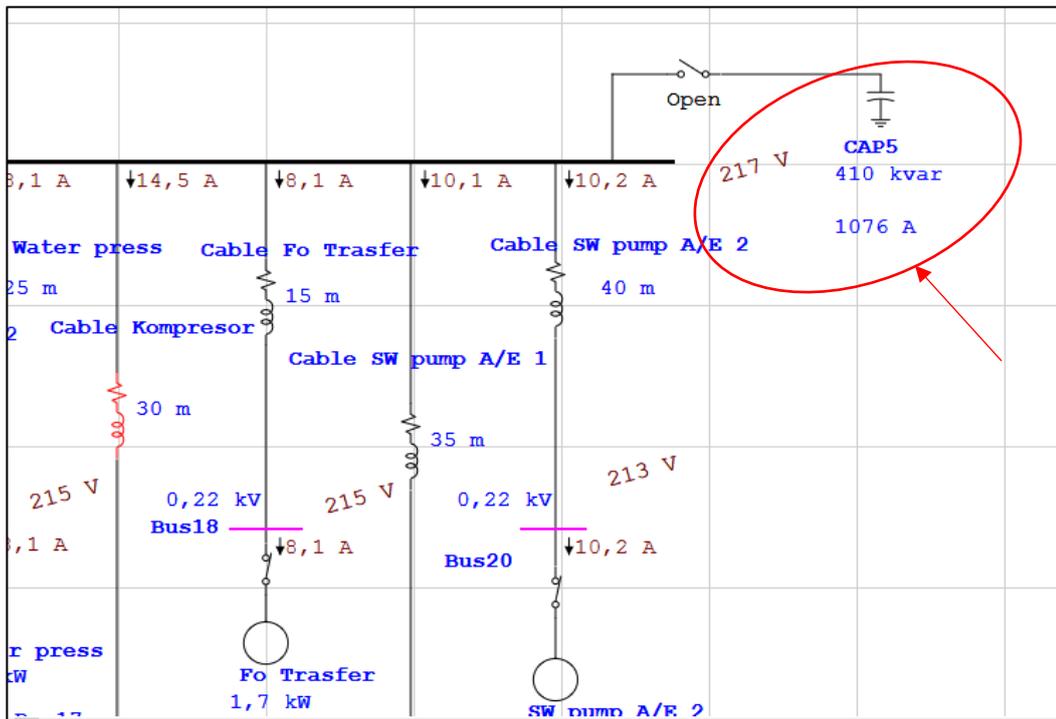
Grafik 4.3 Persentase Perbandingan Drop Tegangan

4.5 Perbaikan Tegangan Jatuh Dengan Simulasi ETAP 16.0

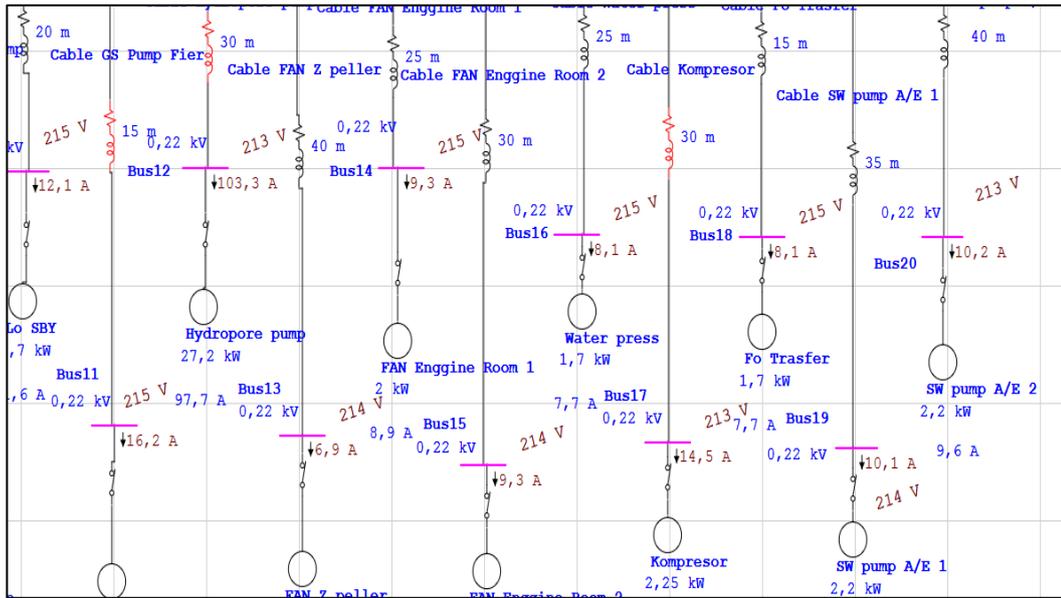
Hasil perbaikan tegangan jatuh dilakukan dengan simulasi *software* ETAP bertujuan untuk mengetahui nilai arus, tegangan, daya dan faktor daya pada tiap titik beban motor listrik. Secara teori tegangan jatuh tidak dapat dihilangkan melainkan dapat diminimalisir nilainya. Tegangan jatuh dapat diperbaiki dengan berbagai macam cara seperti mengubah atau memberi beban kapasitif (kapasitor) dan mengubah luas penampang kabel saluran agar dapat mengurangi nilai besarnya arus yang mengakibatkan naiknya nilai tegangan. Pada hasil analisa tegangan jatuh yang telah dilakukan menggunakan *software* didapatkan tegangan jatuh terbesar pada Motor SW Pump A/E 2, hydropamp, kompresor, FW Pump 2 yaitu 3,18 %



Gambar 4.9 Tegangan jatuh pada beban sebelum perbaikan

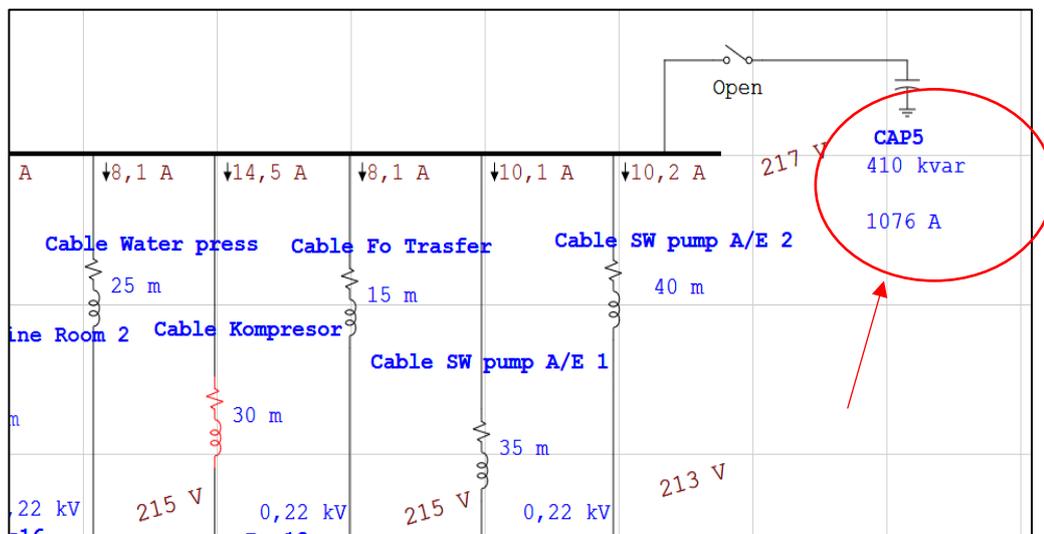


Gambar 4.10 sebelum perbaikan Menggunakan Kapasitor

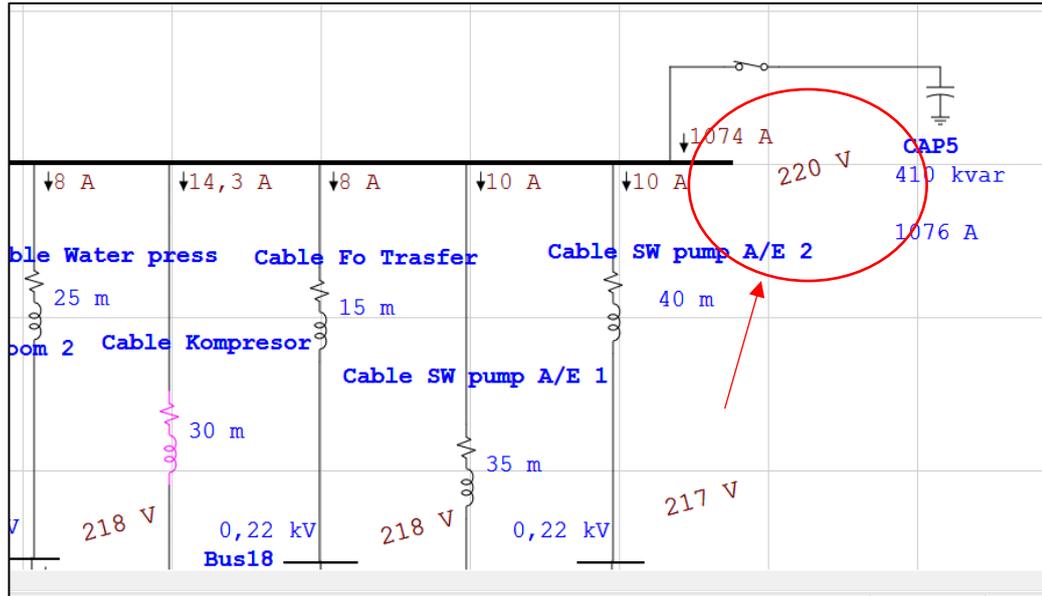


Gambar 4.11 Tegangan Jatuh Pada Beban Sebelum Perbaikan

Pada simulasi ini akan dilakukan perbaikan tegangan jatuh yang berada pada main bus yang memiliki nilai tegangan 217 volt dan akan di stabilkan menjadi 220 Volt. Perbaikan pada simulasi Etap menggunakan kapasitor bank sebesar 410 Kvar.



Gambar 4.12 penggunaan kapasitor sebesar 410 Kvar



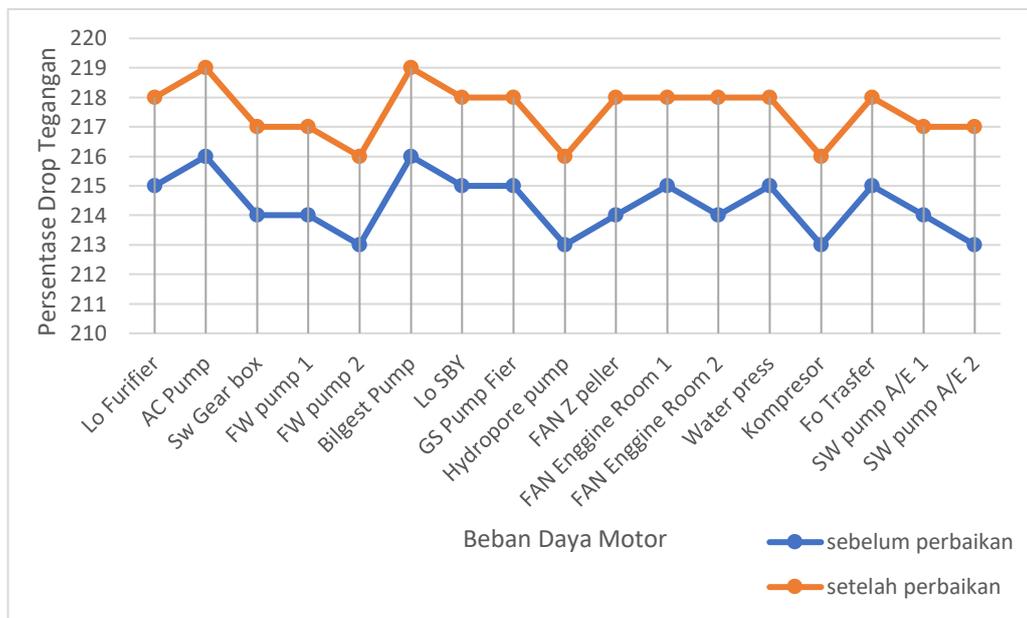
Gambar 4.13 Perbaikan tegangan jatuh pada main busbar

Pada hasil analisa tegangan jatuh sebelum perbaikan pada main bus sebesar 217 volt dan setelah di lakukan perbaikan menjadi 220 volt. Untuk menaikkan tegangan tersebut di pasang sebuah kapasitor dengan kapasitas 410 kvar dengan 1074 Amper. Beban motor listrik yang tadinya mengalami drop tegangan kini mengalami kenaikan tegangan pada beban - beban tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Sebelum Dan Sesudah Perbaikan Tegangan Menggunakan Simulasi Etap 16.0

Nama Peralatan	Sebelum perbaikan (V)	Sesudah perbaikan (V)	Voltage maksimal (V)
Lo Furifier	215	218	220
AC Pump	216	219	220
Sw Gear box	214	217	220
FW pump 1	214	217	220
FW pump 2	213	216	220
Bilgest Pump	216	219	220
Lo SBY	215	218	220
GS Pump Fier	215	218	220

Hydropore pump	213	216	220
FAN Z peller	214	218	220
FAN Enggine Room 1	215	218	220
FAN Enggine Room 2	214	218	220
Water press	215	218	220
Kompresor	213	216	220
Fo Trasfer	215	218	220
SW pump A/E 1	214	217	220
SW pump A/E 2	213	217	220



Grafik 4.4 Tegangan Sebelum Dan Sesudah Perbaikan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 kesimpulan

Setelah melakukan pengamatan langsung di kapal TB. Maiden Central dan pembuatan simulasi dengan *software* ETAP 16.0, kemudian dilakukan analisa. Maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Total daya yang dikonsumsi pada Kapal Tb. Maiden Central untuk menggerakkan beban motor - motor listrik adalah 60,85 kW, sedangkan sisa daya listrik lainnya yang berasal dari generator 64 KW mengalami penurunan daya karena *Losses* atau drop tegangan tersebut, dan di gunakan juga untuk beban penerangan serta navigasi.
2. Kondisi tegangan jatuh pada hasil perhitungan terbesar 7,61% pada beban FW Pump no2 yang tidak memenuhi standar PUIL 2011 dan ANSI 5%, sedangkan Pada hasil simulasi terbesar 3,18 % pada beban SW pump A/E No2, kompresor masih memenuhi standar PUIL 2011 dan ANSI 5%.
3. Hasil perhitungan tegangan jatuh Pada kapal TB. Maiden Cental tidak jauh berbeda dibandingkan dengan hasil simulasi, sehingga menghasilkan nilai *error* tidak terlalu tinggi. Banyak faktor yang mempengaruhi nilai error tidak sama diantaranya ketidak seimbangan beban listrik, panjang penghantar dari generator ke setiap beban, umur peralatan, kondisi penghantar listrik. Dampak tegangan jatuh menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik, mengurangi umur peralatan dan berkurangnya efisiensi peralatan.
4. Perbaikan tegangan jatuh dilakukan dengan menggunakan kapasitor sebesar 410 kvar pada simulasi ETAP 16.0 yang dihubungkan pada main busbar yang tadinya 217 volt menjadi 220 volt.

5.2 Saran

1. Melakukan pengisian kelengkapan data pada software etap yang sesuai dengan kondisi rill di lapangan agar hasil analisa data dapat lebih mendekati dengan kondisi yang sesungguhnya.
2. Solusi untuk menangani drop tegangan yang dapat dilakukan adalah dengan kapasitor bank atau uprating luas penampang kabel sesuai dengan beban daya, untuk menaikkan tegangan yang jatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Dhanny, and Badaruddin Badaruddin. 2020. "Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan Dan Simulasi Etap 16.0 Pada JTR GD KRDB Di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Serang Kota." *Jurnal Teknologi Elektro* 11 (1): 24. <https://doi.org/10.22441/jte.2020.v11i1.004>.
- Alimuddin, Alimuddin, and Herudin Herudin. 2016. "Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Motor Penumpang Nusa Mulia." *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer* 3 (1): 54. <https://doi.org/10.36055/setrum.v3i1.499>.
- Anthony, Zuriman. 2012. "Analisa Pengaruh Kapasitor Terhadap Arus Start Motor Induksi 3-Fasa," no. November: 1–8.
- . 2013. "Pengaruh Penggunaan Kapasitor Perbaikan Faktor Daya Terhadap Arus Start Motor Induksi 3-Fasa." *Jurnal Teknik Elektro ITP 2* (1): 26–32.
- Aribowo, Bagus Tri, Sabar Setiawidayat, and Muhammad Muksin. 2018. "Simulasi Dan Analisis Load Flow Sistem Interkoneksi Kalimantan Timur Menggunakan Software ETAP 12.6." *Jurnal Ilmiah Giga* 8 (1): 114–21.
- Asy, Hasyim. 2011. "Pada Panel Utama Prambanan." *Seminar 2011 (Semantik)*: 1–5.
- Basudewa, Danang Aji. 2020. "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Gedung IDB Laboratory UNESA." *Jurnal Teknik Elektro* 09 (03): 697–707.
- Chaniago, Muhammad Irfan, and Hendra Widodo. 2022. "Analisis Drop Tegangan Listrik Menggunakan ETAP Pada Penyulang Utari PT . PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan" 4 (1): 5–9.
- Elektro, S Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, and Universitas Negeri Surabaya. 2019. "" Analisis Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Kelistrikan PT Pertamina Ledok Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem " ANALISIS RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA SISTEM KELISTRIKAN PT PERTAMINA

- LEDOK UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM Adi Reski Ariangg,” 649–59.
- Elektro, Teknik, and Universitas Negeri Surabaya. 2013. “Studi Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Tug Boat Studi Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Tug Boat Sei Deli DI PT . DOK Dan Perkapalan Surabaya Sri Adiyansa,” 219–23.
- Esye, Yendi, Sigit Lesmana, Dosen Program, Studi Teknik, Universitas Darma Persada, Program Studi, Teknik Elektro, et al. 2021. “Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan” XI (1): 103–13.
- Jurnal, Redaksi Tim. 2019. “Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap.” *Energi & Kelistrikan* 10 (1): 26–37. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i1.321>.
- Kapahi, Rohit. 2017. “Load Flow Analysis of 132 KV Substation Using ETAP Software.” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 4 (2): 770–73. <https://irjet.net/archives/V4/i2/IRJET-V4I2149.pdf>.
- Pasaribu, Faisal Irsan, Noorly Evalina, and Partaonan Harahap. 2021. “Inverter Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency In Water Pumps.” *Journal of Electrical Technology UMY* 5 (1): PRESS. <https://doi.org/10.18196/jet.v5i1.12096>.
- Patil, Piyush S., and K. B. Porate. 2009. “Starting Analysis of Induction Motor. A Computer Simulation by Etap Power Station.” *2009 2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET 2009*, no. December 2015: 494–99. <https://doi.org/10.1109/ICETET.2009.211>.
- Purnomo Putro, Andang, and Bambang Winardi. 2015. “Analisis Tegangan Jatuh Sistem Distribusi Listrik Kabupaten Pelalawan Dengan Menggunakan Etap 7.5.0.” *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 4 (1): 122–27. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/8800>.
- Sentosa Setiadji, Julius, Tabrani Machmudsyah, and Yanuar Isnanto. 2021. “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi.” *Jurnal Teknik Elektro* 7 (2): 59–63. <https://doi.org/10.9744/jte.7.2.68-73>.

- Tanti, D K. 2012. "Load Flow Analysis on IEEE 30 Bus System." *International Journal of Scientific and Research Publications* 2 (11): 1–6.
- Winardi, Bambang, Heru Winarno, and Kurnanda Rizky Aditama. 2016. "Perbaikan Losses Dan Drop Tegangan Pwi 9 Dengan Pelimpahan Beban Ke Penyulang Baru Pwi 11 Di Pt Pln (Persero) Area Semarang." *Transmisi* 18 (2): 64–69.

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



Tabel pengambilan data lapangan

Tanggal : 20 Juli 2022

No	Nama Peralatan	Hasil Pengambilan Data
1	Generator 1 merk : tenko power Type : CC Fj 56 - WTP	Power : 56 kW frekuensi : 60 Hz Speed : 1800 Rpm Voltage : 225 V Arus : 205 A.
2.	Generator 2 merk : Tenko power Type : PB 28C - J4	Power : 80 KVA frekuensi : 60 Hz Voltage : 225 V Speed : 1200 Rpm
3.	Elektro motor Lo puri fier	Rate : 1,5 kW I : 6,2 Ampere
4.	Elektro motor AC pump	Rate : 1,8 kW I : 10,3 Ampere

Mengetahui :
Kepala Kamar Mesin

Supardi
supardi



Pembimbing Lapangan

Rusman
Rusman

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



Tabel pengambilan data lapangan

Tanggal : ..20 Juli 2022..

No	Nama Peralatan	Hasil Pengambilan Data
5.	Su Gear Box	Power : 2,2 Kw Arus (I) : 20 Ampere
6.	Fw Pump 1	power : 2,5 Kw Arus (I) : 24 Ampere
7	Fw pump 2	power : 2,5 Kw Arus (I) : 24 Ampere.
8.	Bitgeest pump	power : 1,3 kw Arus (I) : 6,3 Ampere
9	Lo sby	power : 2,7 Kw Arus (I) 38, 3 Ampere
10.	G5 pump Fict	power : 3,7 Kw Arus (I) : 42, 3 Ampere

Mengetahui :
Kepala Kamar Mesin

Supardi
.....
supardi



Pembimbing Lapangan

Rusman
.....
Rusman

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



Tabel pengambilan data lapangan

Tanggal : 21 Juli 2022

No	Nama Peralatan	Hasil Pengambilan Data
11	HYDRO PORE Pump	Power : 27,2 Kw Arus (i) : 87,7 Ampere
12	FAN 2 peler	Power : 1,4 Kw Arus (i) : 5,3 Ampere
13	FAN Engine room 2	Power : 2 Kw Arus (i) : 9,71 Ampere
14	FAN Engine room 2	Power : 2 Kw Arus (i) : 10 Ampere
15	Water press	Power : 1,7 Kw Arus (i) : 6,5 Ampere

Mengetahui :
Kepala Kamar Mesin

Airdi
.....
supardi



Pembimbing Lapangan

Rusman
.....
Rusman

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

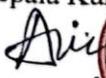


Tabel pengambilan data lapangan

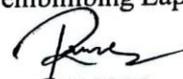
Tanggal : 21 Juli 2022

No	Nama Peralatan	Hasil Pengambilan Data
16	Kompresor	power: 2,25 kW Arus (i) : 13.2 Ampere
17	Fo Transfer	power : 1,7 kW Arus (i) : 7 Ampere
18	SW A/E no 1	power : 2,2 kW Arus (i) : 24 Ampere
19	SW A/E no 2	power : 2,2 kW Arus (i) : 24 Ampere.

Mengetahui :

Kepala Kamar Mesin

 ..supardi


Pembimbing Lapangan


 Rusman