

**ANALISIS ALIRAN DAYA PADA JALUR KELISTRIKAN GEDUNG
MENGUNAKAN APLIKASI ETAP 12.6.0.
(STUDI KASUS GEDUNG PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DAN INSTALASI
POLITEKNIK INDUSTRI LOGAM MOROWALI)**

Mohammad Wirandi¹, Justiad²

Program Studi Teknik Listrik dan Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali
e-mail: ¹Wirandi13@gmail.com, ²justiadihatta@gmail.com

Abstrak

Pada dasarnya studi aliran daya merupakan suatu bentuk pengetahuan dalam bidang ilmu ketenagalistrikan. Manfaat dari analisa aliran daya yaitu dapat mengetahui pemakaian daya pada tiap beban, mengetahui apakah penggunaan beban sesuai dengan kebutuhan komponen yang telah terpasang, dan juga dapat memperoleh bentuk gambaran awal perancangan sistem kelistrikan untuk pengembangan perancangan sistem yang baru. Analisa aliran daya pada penelitian ini ditujukan untuk melihat penyebab terjadinya trip daya listrik jika dilaboratorium mesin-mesin listrik digunakan untuk praktikum, dan hal ini mengakibatkan proses belajar mengajar pada kelas lain menjadi terganggu. Sehingga perlu dilakukan perhitungan kembali terhadap komponen kelistrikan yang digunakan baik penggunaan NFB, MCB, daya aktif dan reaktif pada bus, beban lumped, dan beban static, dengan memberikan pembebanan yang berbeda pada tiap simulasi yang dilakukan. Untuk menganalisis sistem aliran daya, banyak software yang dapat digunakan untuk menjawab kebutuhan suplai daya pada beban, dalam penelitian ini akan menggunakan software ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) 12.6.0. Sehingga diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memperbaiki sistem aliran daya pada Gedung program studi Teknik Listrik dan Instalasi Politeknik Industri Logam Morowali.

Kata Kunci: Trip Daya Listrik, ETAP12.6.0, Studi Aliran Daya.

1. PENDAHULUAN

Studi aliran daya merupakan sebuah analisa yang berguna untuk mengetahui tegangan, arus, dan daya yang mengalir pada sistem kelistrikan^[1]. Studi aliran daya juga dapat berguna untuk mengetahui bagaimana peran peralatan kelistrikan berfungsi dan memenuhi batas yang ditentukan untuk menyalurkan daya yang diinginkan^[2]. Metode yang sering digunakan dalam penyelesaian studi aliran daya adalah metode Gauss-Seidel dan Newton Raphson. Untuk mendapatkan nilai konvergen dan iterasi yang sedikit maka metode yang dapat digunakan adalah Newton Raphson^[3].

Aliran beban bisa diartikan juga sebagai aliran daya, dimana beban dapat dikategorikan menjadi dua yaitu beban statis dan dinamis. Pada bus sistem terdapat empat parameter besaran yaitu, daya aktif, semu, tegangan, dan sudut fasa, sehingga untuk menganalisa aliran daya perlu menghitung nilai tegangan pada bus dan aliran daya di tiap saluran^[4]. Untuk menentukan aliran daya pada impedansi saluran i-j dapat ditunjukkan pada persamaan (1).

$$S_{ij} = V_i T_{ij}^* \quad (1)$$

Atau dapat juga ditulis dengan persamaan (2) sebagai berikut :

$$S_{ij} = V_i [V_i Z_{ij} - V_j] \quad (2)$$

Rugi-rugi daya dapat disebabkan oleh adanya *undervoltage* yang umumnya terjadi pada jaringan yang terlalu panjang dan saluran distribusi memiliki level tegangan menengah serta rendah sehingga Untuk memperbaiki sistem tenaga listrik dapat dilakukan dari dua sisi, yaitu sisi pembangkit dan sisi beban, untuk perbaikan tegangan suatu bus dapat dilakukan dengan metode *tap changer* trafo atau pemasangan *capacitor bank*^[4]. Tap changer merupakan metode yang merubah jumlah lilitan primer atau sekunder, jika jumlah lilitan diubah maka rasio perbandingan trafo akan ikut berubah. Dimana rumus konversi perubahan trafo dapat ditunjukkan pada persamaan (3).

$$\frac{N_{primer}}{N_{sekunder}} = \frac{V_{primer}}{V_{sekunder}} = \frac{I_{sekunder}}{I_{primer}} = \alpha \quad (3)$$

Selain dengan metode *tap changer*, cara lain untuk memperbaiki sistem tenaga listrik yaitu dengan memasang *capacitor bank*. Pemasangan *capacitor bank* memperhatikan faktor daya atau $\cos \phi$ dimana faktor daya merupakan perbandingan antara besar daya aktif dan daya total reaktif suatu sistem. Umumnya sistem tenaga listrik beroperasi pada kondisi *lagging* dan dampak yang bisa dianalisis dari kondisi *lagging* adalah kebutuhan daya reaktif yang besar, sedangkan pada pembangkit memiliki daya reaktif yang terbatas^[5]. Kapasitor mempunyai sebuah karakteristik leading yaitu ($\cos \phi = 90^\circ$) sehingga dimungkinkan untuk digunakan dalam mengkompensasi

suatu beban *lagging*. Dengan menggunakan rumus daya di sistem trigonometri maka dapat dihitung penggunaan daya reaktif dimana dapat ditunjukkan pada persamaan (4).

$$Q = \tan(\arccos\theta) \times P \quad (4)$$

Sehingga dapat diturunkan dengan persamaan (5 dan 6) :

$$Q_{comp} = Q \text{ lama} - Q \text{ yang diinginkan} \quad (5)$$

$$Q_{comp} = [P \times \tan(\arccos\theta \text{ lama})] - [P \times \tan(\arccos\theta \text{ baru})] \quad (6)$$

Untuk menghitung sebuah sistem aliran daya yang besar dan rumit, penggunaan aplikasi sangat dianjurkan untuk mendapatkan mempercepat perhitungan untuk mendapatkan hasil yang baik. Aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) adalah salah satu aplikasi yang berguna untuk melakukan perhitungan sistem aliran daya dimana aplikasi ini dapat menganalisis sistem tenaga listrik yang besar^[5]. Maka dari itu pemilihan aplikasi untuk penelitian ini menggunakan ETAP 12.6.0.

Program studi Teknik Listrik dan Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali mempunyai 5 buah laboratorium dimana salah satu laboratorium menggunakan mesin-mesin listrik dengan daya besar, Permasalahan yang sering terjadi yaitu *trip*-nya NFB (*No Fuse Breaker*) yang disebabkan oleh peralatan praktikum yang menggunakan daya besar, dimana pada panel listrik laboratorium tersebut mempunyai NFB yang dirasa tidak sesuai dengan peralatan praktikum yang dimiliki serta jalur kelistrikan terkopel dengan beberapa laboratorium yang dapat saja menyebabkan terganggunya aktifitas belajar mengajar di beberapa laboratorium. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui dampak apa saja yang dihasilkan pada jalur kelistrikan dan akan berfokus pada perbaikan perancangan *single line diagram* (SLD) sistem aliran daya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa tahap yang akan dilakukan yaitu dari tahap awal penelitian, tahap pengumpulan, tahap pengolahan dan analisis data, dan tahap kesimpulan dan saran.

2.1 Tahap awal penelitian

Menyusun latar belakang dari penelitian yang dimulai dari penentuan topik permasalahan dan rumusan masalah yang berdasarkan dari studi literatur serta metode-metode yang akan digunakan dan untuk menentukan arah tujuan penelitian.

2.2 Tahap pengumpulan data

Mengumpulkan data-data sekunder seperti penggunaan tap changing pada transformator, penggunaan kapasitor bank, metode newton rapshon, metode gauss-seidel, manfaat penggunaan aplikasi ETAP 12.6.0. dan lain-lain. Selain data sekunder, pada tahapan ini juga melakukan pengumpulan data primer dan asumsi-asumsi yang diperlukan untuk penelitian ini.

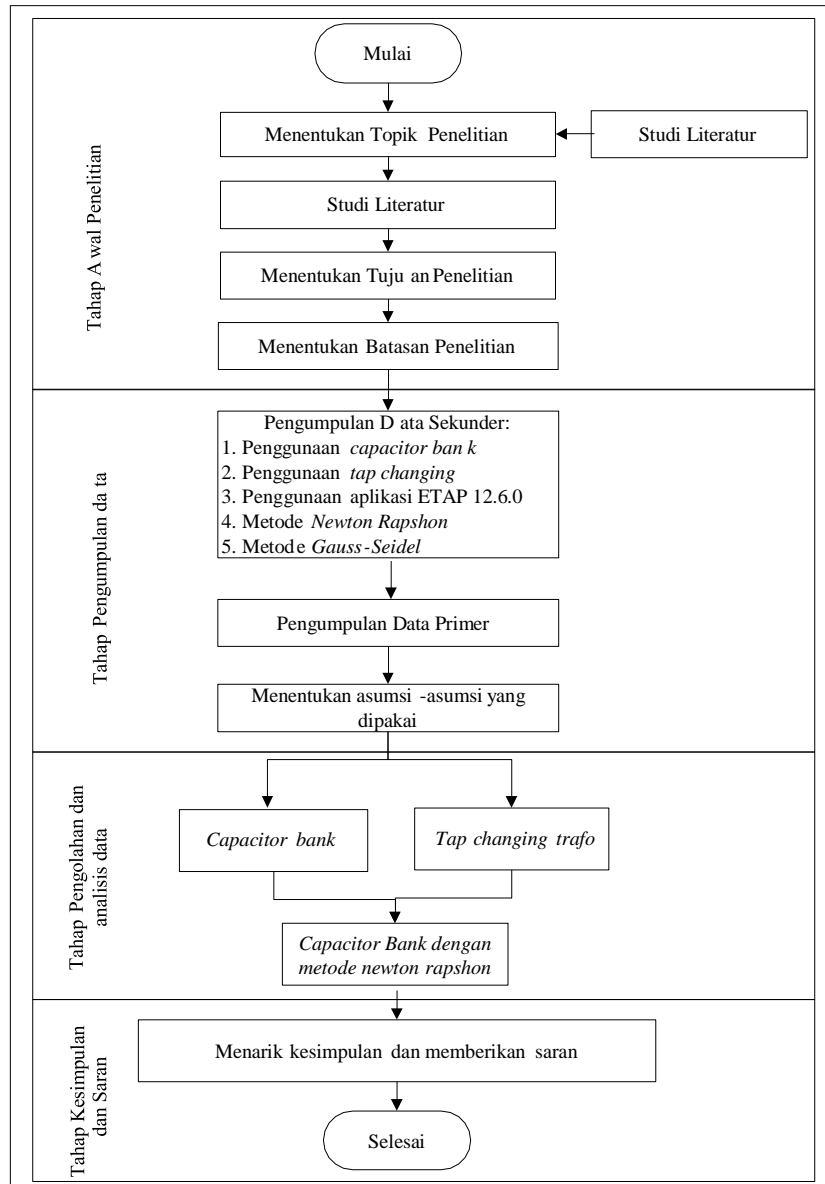
2.3 Tahap pengolahan dan analisis data

Pengolahan data akan akan mengambil beberapa sampel percobaan dari kondisi 100% sistem tenaga listrik bekerja, pemakaian wajar, dan perbaikan sistem bila diperlukan. Untuk perbaikan sistem jika terjadi permasalahan di pemakaian wajar akan menggunakan *capacitor bank* pada sistem tenaga listrik dan disesuaikan dengan kondisi lapangan serta analisis data akan menggunakan metode *newton rapshon* yang sudah tersaji pada aplikasi ETAP 12.6.0.

2.4 Tahap kesimpulan dan saran

Hasil analisis kemudian dijadikan sebuah kesimpulan penelitian yang berpedoman pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Lalu saran didapatkan dari batasan dan temuan pada penelitian yang berpotensi untuk menjadi penelitian lanjutan.

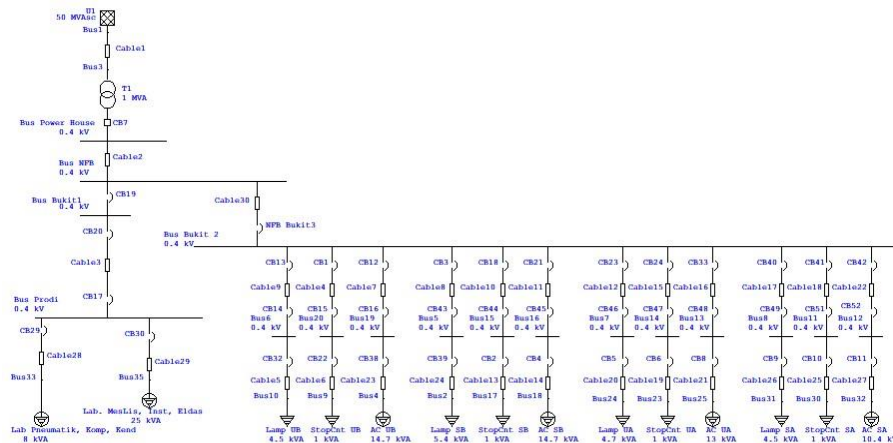
Penjelasan yang lebih detail untuk metodologi yang digunakan pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.5 Gambaran Sistem Tenaga Listrik

Penelitian yang dilakukan mengambil gambaran sistem tenaga listrik keseluruhan di Program Studi Teknik Listrik dan Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Single line diagram prodi teknik listrik dan instalasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

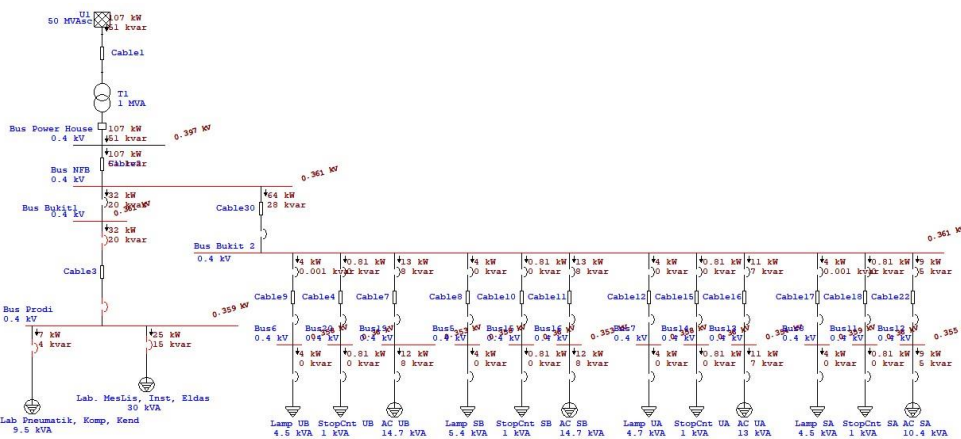
Pada tahap ini akan menunjukkan klasifikasi jaringan kelistrikan di Program Studi Teknik Listrik dan Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali :

- a. Menggunakan satu sumber tenaga listrik utama yang disuplai oleh perusahaan penyedia tenaga listrik di Kawasan Industri.
- b. Mempunyai satu buah trafo pada jalur distribusi yang berkapasitas 10 kVA dan tidak mempunyai mode *tap changing*.
- c. Mempunyai tujuh belas bus yang terdiri dari bus pada *power house*, bukit, dan prodi.
- d. Menggunakan dua panel suplai beban utama, dengan pembagian sebagai berikut:
 - 1) Panel bus Bukit 1
 - a) Laboratorium mesin – mesin listrik, instalasi listrik, dan elektronika dasar
 - b) Laboratorium pneumatik dan hidrolik, komputer, dan sistem kendali
 - 2) Panel bus Bukit 2
 - a) Gedung bagian utara atas (Suplai Lampu, Stop Kontak, dan *Air Conditioner*)
 - b) Gedung bagian utara bawah (Suplai Lampu, Stop Kontak, dan *Air Conditioner*)
 - c) Gedung bagian selatan atas (Suplai Lampu, Stop Kontak, dan *Air Conditioner*)
 - d) Gedung bagian selatan bawah (Suplai Lampu, Stop Kontak, dan *Air Conditioner*)
- e. Beban yang digunakan ada dua jenis yaitu beban statis (*static load*) sebanyak 8 panel dan beban dinamis yang terdiri dari beban statis dan motor (*lumped load*) sebanyak 6 panel.
- f. Mempunyai 41 *low voltage circuit breaker (lvcb)*, dengan pembagian sebagai berikut:
 - 1) LVCB pada bus bukit1
 - a) kapasitas 690v/400A (CB19)
 - b) kapasitas 415v/50A (CB20)
 - 2) LVCB pada bus prodi
 - a) kapasitas 415v/50A (CB17)
 - b) kapasitas 415v/20A (CB30)
 - c) kapasitas 415v/12A (CB29)
 - 3) LVCB pada bus bukit2
 - a) kapasitas 690v/630A (NFB Bukit3)
 - b) kapasitas 660v/65A (CB12,21,33,41,42)
 - c) kapasitas 660v/50A (CB13,18,23,24,40)
 - d) kapasitas 660v/32A (CB3)
 - 4) LVCB pada bus Gedung Utara Bawah
 - a) kapasitas 690v/50A (CB16)
 - b) kapasitas 690v/20A (CB14,15)
 - c) kapasitas 415v/32A (CB38)
 - d) kapasitas 220v/12A (CB32,22)
 - 5) LVCB pada bus Gedung Utara Atas
 - a) kapasitas 690v/50A (CB48)
 - b) kapasitas 690v/25A (CB47)
 - c) kapasitas 690v/20A (CB46)
 - d) kapasitas 415v/50A (CB8)
 - e) kapasitas 220v/12A (CB5,6)
 - 6) f. LVCB pada bus Gedung Selatan Bawah
 - a) kapasitas 690v/65A (CB45)
 - b) kapasitas 690v/25A (CB44)
 - c) kapasitas 690v/20A (CB43)
 - d) kapasitas 415v/32A (CB4)
 - e) kapasitas 220v/12A (CB39,2)
 - 7) g. LVCB pada bus Gedung Selatan Atas
 - a) kapasitas 690v/50A (CB49,52)
 - b) kapasitas 690v/25A (CB51)
 - c) kapasitas 415v/50A (CB11)
 - d) kapasitas 220v/12A (CB9,10)

3.1 Simulasi tahap pertama pada kondisi SLD 100%

Pada perancangan SLD tahap pertama ini, di setiap panel menggunakan 100% beban *static* dan *dynamic*. Kondisi ini sebenarnya tidak pernah terjadi pada penggunaan beban yang sebenarnya. Sehingga pada tahapan ini hanya ingin mengetahui dampak yang terjadi jika menggunakan 100% beban. Gambar 3 menunjukkan SLD yang mendapatkan peringatan *critical* dan menandakan keadaan kritis di hampir semua jalur kelistrikan sehingga bisa

menyebabkan kegagalan atau kerusakan peralatan. Pada gambar 4 tersebut juga menyajikan data *critical undervoltage* pada bus dan *overload* pada kabel dan NFB.



Gambar 3. Kondisi SLD menggunakan beban 100%

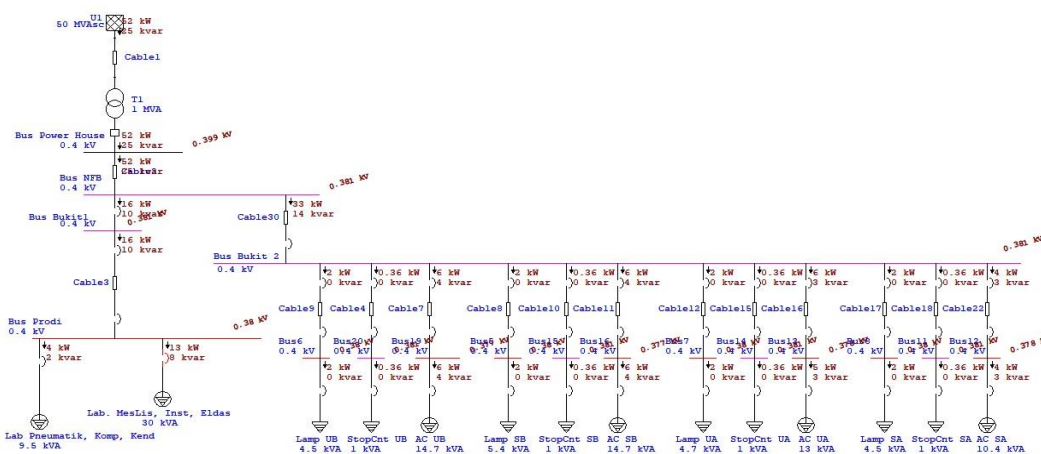
Critical						
Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Operating	% Operating	Phase Type
Bus Bukit 2	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.361	90.2	3Phase
Bus Bukit 1	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.361	90.2	3Phase
Bus NFB	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.361	90.2	3Phase
Bus Prodi	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.359	89.6	3Phase
Bus 11	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.36	90.1	3Phase
Bus 12	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.355	88.8	3Phase
Bus 13	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.354	88.4	3Phase
Bus 14	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.36	90.1	3Phase
Bus 15	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.36	90.1	3Phase
Bus 16	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.353	88.2	3Phase
Bus 19	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.353	88.2	3Phase
Bus 20	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.36	90.1	3Phase
Bus 5	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.358	89.5	3Phase
Bus 6	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.358	89.6	3Phase
Bus 7	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.358	89.6	3Phase
Bus 8	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.359	89.6	3Phase
CB 17	LV CB	Overload	50 Amp	60.104	120.2	3Phase
CB 20	LV CB	Overload	50 Amp	60.104	120.2	3Phase
CR 29	LV CB	Overload	12 Amp	12.741	106.2	3Phase
CR 30	LV CB	Overload	32 Amp	47.362	148	3Phase
Marginal						
Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Operating	% Operating	Phase Type

Gambar 4. Data SLD pada beban 100%

Kondisi ini disebabkan oleh besarnya daya reaktif yang diserap oleh beban, dimana beban motor sebagai penyumbang 70% penggunaan listrik, sehingga pembebanan reaktif pada motor yang besar akan berdampak pada penurunan tegangan nominal pada bus. Selanjutnya penggunaan kabel yang terlalu panjang juga menjadi salah satu faktor terjadinya kondisi *undervoltage* dimana nilai resistansi kabel menjadi suatu permasalahan pada sistem kelistrikan.

3.2 Simulasi tahap kedua pada kondisi pemakaian normal.

Pada perancangan SLD tahap kedua menggunakan 40-50% beban *static* dan *dynamic* di setiap panel. Kondisi ini dianggap sebagai kondisi ideal pemakaian sehari-hari, karena pada tahap ini tidak semua ruangan menggunakan tenaga listrik. Gambar 5 menunjukkan SLD yang mendapatkan peringatan *critical* dan *marginal*, dimana kondisi *critical* terjadi di bus beban yang besar seperti bus air conditioner, bus lampu, dan bus prodi yang tidak sesuai dengan penggunaan beban. serta kondisi marginal rata-rata terjadi pada bus bukit.



Gambar 5. Kondisi SLD menggunakan beban 40-50%

Critical							
Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Operating	% Operating	Phase Type	
Bus Prodi	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.38	95	3-Phase	
Bus12	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.378	94.6	3-Phase	
Bus13	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.378	94.4	3-Phase	
Bus16	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.377	94.3	3-Phase	
Bus19	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.377	94.3	3-Phase	
Bus5	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.38	94.9	3-Phase	
Bus6	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.38	95	3-Phase	
Bus7	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.38	95	3-Phase	
Bus8	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.38	95	3-Phase	
CB30	LV CB	Overload	20 Amp	22.568	112.8	3-Phase	

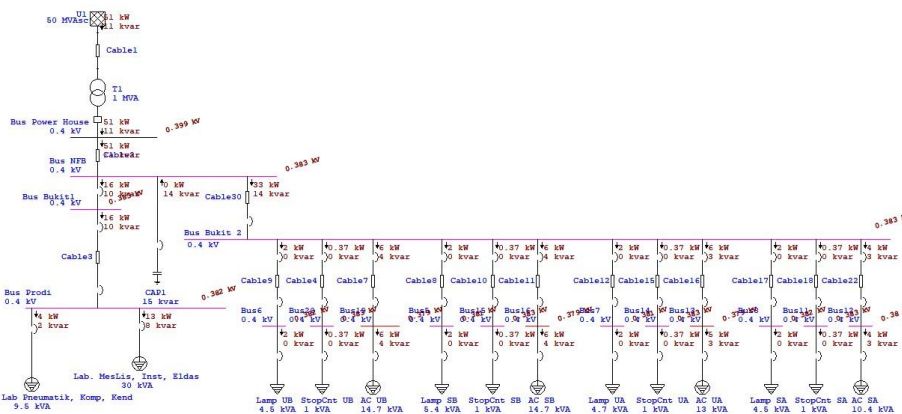
Marginal							
Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Operating	% Operating	Phase Type	
Bus Bukit 2	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.3	3-Phase	
Bus Bukit1	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.3	3-Phase	
Bus NFB	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.3	3-Phase	
Bus11	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.2	3-Phase	
Bus14	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.2	3-Phase	
Bus15	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.2	3-Phase	
Bus20	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.2	3-Phase	

Gambar 6. Data SLD pada beban 40-50%

Dapat dilihat pada gambar 6, kondisi tegangan baik pada kondisi *critical* maupun *marginal* pada dasarnya sudah dianggap baik, dimana penggunaan rata2 tegangan pada bus berkisar di 380V. hanya saja bus dianggap tidak memenuhi syarat normal karena target daya pada bus adalah 400V. Terlihat pada bus 13,16 dan 19 memiliki jatuh tegangan yang besar dari tegangan normalnya. Sehingga perlu dilakukan perbaikan sistem untuk mencapai kondisi normal pada bus. Serta akan dilakukan perbaikan LVCB30 agar tidak terjadi trip saat beban bekerja di kondisi 40-50%.

3.3 Simulasi perbaikan sistem

Dengan melihat hasil simulasi 40-50% penggunaan beban, maka perlu dilakukan perbaikan sistem tenaga listrik dimana perbaikan pertama dengan melakukan pengantian LVCB dengan kapasitas arus yang lebih besar dimana penggunaan LVCB yang awalnya sebesar 20A diganti menjadi 25A. yang kedua melakukan penormalan pada sistem bus yang dapat dilakukan dengan dua acara yaitu berupa pemasangan kapasitor bank atau melakukan tap changing pada transformator. Gambar 6 memperlihatkan hasil perbaikan sistem SLD.



Gambar 7. Perbaikan sistem pada SLD

Transformator yang terpasang pada power house politeknik industri logam morowali berupa transformator fix yang tidak memiliki fitur tap changing. Sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan perubahan lilitan pada transformator. Sehingga akan dilakukan penambahan kapasitor bank yang berfungsi sebagai sumber daya reaktif yang tujuannya untuk memperbaiki tegangan dan faktor daya.

Critical							
Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Operating	% Operating	Phase Type	
Bus13	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.379	94.9	3-Phase	
Bus16	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.379	94.7	3-Phase	
Bus19	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.379	94.7	3-Phase	

Marginal							
Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Operating	% Operating	Phase Type	
Bus Bukit 2	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.7	3-Phase	
Bus Bukit1	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.7	3-Phase	
Bus NFB	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.7	3-Phase	
Bus Prodi	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.382	95.4	3-Phase	
Bus11	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.6	3-Phase	
Bus12	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.38	95	3-Phase	
Bus14	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.6	3-Phase	
Bus15	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.6	3-Phase	
Bus20	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.383	95.6	3-Phase	
Bus5	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.3	3-Phase	
Bus6	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.382	95.4	3-Phase	
Bus7	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.381	95.4	3-Phase	
Bus8	Bus	Under Voltage	0.4 kV	0.382	95.4	3-Phase	

Gambar 8. Data SLD pada beban 40-50%

Untuk mencari nilai kVAR yang sesuai dengan kebutuhan daya maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan enam :

$$\begin{aligned}
 Q_{comp} &= [P \times \tan(\text{arc cos } \theta \text{ lama})] - [P \times \tan(\text{arc cos } \theta \text{ baru})] \\
 &= 49 \times \tan(\text{arc cos } 0.85) - \tan(\text{arc cos } 0.95) \\
 Q_{comp} &= 49 \times (\tan 31.78) - (\tan 18.19) \\
 &= 49 \times (0.619) - (0.32) \\
 &= 49 \times 0.299 \\
 Q_{comp} &= 14.651 \text{ kVAR} \approx 15 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai sebesar 15 kVAR yang dipasang pada bus bukit, dan hasil yang didapatkan berupa perubahan nilai tegangan pada tiap bus yang rata-rata sudah mencapai tegangan 380V. Dengan pemasangan peralatan kapasitor pada jaringan distribusi diharapkan dapat mengurangi *losses* akibat aliran daya reaktif sehingga kebutuhan arus menurun dan tegangan mengalami kenaikan dan kapasitas sistem bertambah.

5. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi aliran daya menggunakan software ETAP 12.6.0. dengan mengambil sampel 40-50% penggunaan beban, maka dapat dilihat perbaikan pada SLD sudah dikatakan baik yang mencapai tegangan rata-rata 380V. dengan penambahan kapasitor *bank* pada jalur bus bukit sebesar 15kVAR dapat membuat bus pada SLD menjadi lebih baik. Sedangkan untuk perbaikan LVCB yang awalnya sebesar 20A diganti dengan kapasitas arus sebesar 25A untuk menyesuaikan dengan konsumsi beban, agar pada saat beban digunakan dengan rentang 40-50% LVCB tidak mengalami trip.

6. SARAN

Untuk mencapai nilai tegangan yang sesuai pada bus, dapat dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error* untuk mencari nilai kapasitor *bank*, dimana didapatkan nilai 150kVAR yang merupakan nilai terbaik untuk membuat sistem SLD menjadi normal.

UCAPAN TERIMA KASIH (APABILA DIPERLUKAN)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Politeknik Industri Logam Morowali** yang telah memberi “dukungan financial” terhadap penelitian ini, dan juga tim dosen pada program studi teknik listrik dan instalasi yang telah mensupport dan berbagi pengetahuan hingga penelitian ini selesai dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saadat, H., 1999, *Power System Analysis*, Ed.3, McGraw-Hill, Inc.
- [2] Ali, S. , 2016, Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP 12.6.0, Forum Teknologi, vol 06, No.3. Hal 56-65.
- [3] Cahyo, K. , 2016, Analisis Aliran Beban pada Sistem Tenaga Listrik di KSO Pertamina EP-GEO Cepu Indonesia Distrik 1 Kawangan Menggunakan Software ETAP 12.6, Jurnal Editor, vol 16, No.1. Hal 1-15. ISSN 1411-8890.
- [4] Adib, G.N, Yohanes Primadiyono. , 2015, Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian *Texturizing* di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0., Jurnal Teknik Elektro, vol 7, No.1.
- [5] Dimas, F.U.P. , 2019, *Load Flow Analysis, Power System Simulation Laboratory*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.