

ANALISIS SISTEM JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 kV DI KAWASAN INDUSTRI KELAPA SAWIT PT. BUMITAMA GUNAJAYA AGRO

Oleh:

Heri Darmawan¹⁾

Rudi Kurnianto²⁾

Rudi Gianto³⁾

Ismail Yusuf⁴⁾

Purwoharjono⁵⁾

Politeknik Negeri, Ketapang¹⁾

Universitas Tanjung Pura, Pontianak^{2,3,4,5)}

E-mail:

heridarmawan212@yahoo.co.id¹⁾

rudikurnianto@gmail.com²⁾

rudigianto@gmail.com³⁾

ismailyusuf@gmail.com⁴⁾

purwoharjono@gmail.com⁵⁾

ABSTRACT

This study analyzes the repair of the electricity distribution network of PT. BGA, due to a voltage drop in the existing electricity network up to -20% and the plan to increase the electrical load from 118.6 kW to 334.35 kW in the form of models and simulations. The improvement method is to make a configuration of a new electricity distribution network system and analyze the power flow with ETAP. The results of the improvement by upgrading the distribution voltage system to 20 kV, the distribution of the electrical load is made into four clusters, namely, clusters A, B, C and D, upgrading the step up transformer to 500 kVA, step down transformer cluster A 200 kVA, cluster B and C 125 kVA, cluster D 160 kVA, the primary distribution cable network uses the AAAC type (3x70 mm²), the secondary distribution network for each cluster uses the NFA2X-T (3x70+1x50 mm²) and the home connection line uses the NFA2X (4x10 mm², 4x16 mm² and 4x25 mm²). The results of the power flow analysis with ETAP, after repairs, where the voltage drop that occurs in the entire electric load bus ranges from 0.3 to 4.7% or 0.379 kV to 0.362 kV, where the value is still within the allowable voltage standard, namely for low voltage network (JTR) variation is a maximum of + 5% and a minimum of -10% of the nominal voltage (SPLN1: 1995).

Keywords: JTM 20 kV, Voltage Drop, ETAP

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis perbaikan jaringan distribusi listrik PT. BGA, dikarenakan terjadi jatuh tegangan pada jaringan listrik existing sampai -20 % dan rencana peningkatan beban listrik dari 118,6 kW menjadi 334,35 kW dalam bentuk model dan simulasi. Metode perbaikan yaitu membuat konfigurasi sistem jaringan distribusi listrik baru dan menganalisis aliran daya dengan ETAP. Hasil perbaikan dengan mengupgrading sistem tegangan distribusi menjadi 20 kV, pendistribusian beban listrik di buat menjadi empat kluster yaitu, cluster A, B, C dan D, upgrading transformator step up menjadi 500 kVA, transformator step down

cluster A 200 kVA, cluster B dan C 125 kVA, cluster D 160 kVA, jaringan kabel distribusi primer menggunakan jenis AAAC (3x70 mm)², jaringan distribusi sekunder masing-masing cluster menggunakan jenis NFA2X-T (3x70+1x50 mm)² dan Saluran sambungan rumah menggunakan kabel jenis NFA2X (4x10 mm², 4x16 mm² dan 4x25 mm)². Hasil analisis aliran daya dengan ETAP, setelah dilakukan perbaikan, dimana jatuh tegangan yang terjadi pada keseluruhan bus beban listrik berkisar antara 0,3 sampai 4,7 % atau 0,379 kV sampai 0,362 kV, dimana nilai tersebut masih dalam standar tegangan yang di ijinakan yaitu untuk jaringan tegangan rendah (JTR) variasinya adalah maksimal + 5 % dan minimal -10 % terhadap tegangan nominal (SPLN1: 1995).

Kata Kunci: JTM 20 kV, Tegangan Jatuh, ETAP

1. PENDAHULUAN

Berisi Pertumbuhan produksi kelapa sawit di PT. BGA (Bumitama Gunajaya Agro) terus meningkat dan sudah sewajarnya hal tersebut harus didukung dengan ketersediaan pasokan listrik yang handal. Untuk saat ini beban listrik yang terpakai sebesar 118,6 kW, dimana pendistribusian nya sering mengalami gangguan yang di sebabkan kapasitas peralatan sistem jaringan distribusi tidak memadai, penempatan beban listrik yang tidak merata dan kerusakan cacat fisik pada kabel jaringan distribusi sehingga menyebabkan terjadi jatuh tegangan. Rencana kedepan nya, kebutuhan daya listrik di kawasan industri kelapa sawit akan ditingkatkan menjadi 334,35 kW dari sektor perumahan dan sarana penunjang yang umumnya bersifat beban induktif dan resistif. Hal tersebut secara tidak langsung menyebabkan profil tegangan listrik pada jaringan tersebut akan menjadi lebih buruk. Kondisi tersebut

menimbulkan kerusakan pada alat-alat listrik seperti motor listrik, air conditioning, kulkas. karna tegangan kerja yang di terima tidak sesuai standar yang diijinkan

Penggunaan listrik pada untuk saat ini masih dikelola secara mandiri dimana proses pembangkitan dihasilkan dari turbin uap dengan kapasitas 1600 kW dengan bahan bakar limbah sawit . Sistem saluran distribusi kelistrikan utama yang ada saat ini menggunakan tipe saluran radial dengan mengoperasikan satu unit transformator step up 120 kVA dengan tegangan kerja 0,38/1 kV, satu unit transformator step down 120 kVA dengan tegangan kerja 1/0,38 kV, kabel penghantar jaringan distribusi primer menggunakan tipe NFA2X-T jenis udara dengan ukuran ukuran 3x95+1x70 mm² dan kabel penghantar jaringan distribusi sekunder menggunakan tipe NFA2X-T jenis udara dengan ukuran ukuran 3x70+1x50 mm².

State of The Art

Indra Roza [5] melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Perbaikan Drop Voltage Dengan Trafo Sisip Sistem Distribusi JTR di PT. PLN (persero) Rayon Perbaungan Dengan Aplikasi Program Etap”. Dimana terjadi penurunan tegangan akibat penggunaan trafo yang menerima beban relatif besar mendekati beban maksimal 80% (real 76,22 %), berakibat tidak bisa berfungsinya sebagaian alat listrik di perumahan. Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki voltage drop yang terjadi pada jaringan distribusi sekunder dengan melakukan perhitungan rumus dan software ETAP 12.6. Dimana untuk mengatasi masalah drop tegangan ujung adalah dengan memasang transformator sisipan, dengan prinsip kerja membagi dua beban yang terdapat pada transformator sebelumnya

Suprianto melakukan penelitian tentang Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu. Penelitian ini di lakukan untuk memperbaiki kualitas tegangan pada sistem distribusi tenaga listrik tersebut. Metode yang di gunakan adalah Mempelajari perhitungan penurunan tegangan (voltage drop) dengan

menggunakan software ETAP. Hasil jatuh tegangan terbesar pada bus utama, bus sub utama dan bus lateral pada saat LWBP berturut-turut adalah 92,47% ,91,7% dan 91,52%, nilai tersebut masih dalam batas standard untuk under voltage maksimum yaitu 10%. Untuk jatuh tegangan terkecil pada bus utama, bus sub utama dan bus lateral berturut-turut adalah 96,84% , 96,43% dan 96,38%.

Perbedaan yang dilakukan pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah dari sisi upaya perbaikan yang dilakukan secara menyeluruh dengan melakukan upgrading sistem tegangan kerja, upgrading tranformator step up, upgrading step down, upgrading kabel penghantar jaringan distribusi dan penataan kabel saluran rumah pada masing masing clustering area yang akan dialiri listrik. Kemudian tools yang digunakan untuk melakukan simulasi adalah aplikasi Electrical Transient Analyzer Program (ETAP) 19.1. dimana ETAP 19.1 merupakan versi baru diharapkan memiliki fitur-fitur tambahan yang dapat mendukung penelitian ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Aliran beban (atau aliran daya) merupakan solusi untuk kondisi operasi keadaan normal dari suatu sistem tenaga

listrik. Secara umum, perhitungan aliran tenaga dan perencanaan operasional dan untuk operasi dan kendali sistem. Data yang diperoleh dari studi aliran daya digunakan untuk studi operasi normal, analisis kontingensi, penjadwalan optimum dan stabilitas.

Masalah aliran daya dapat

daya dilakukan untuk perencanaan sistem didefinisikan sebagai perhitungan dari aliran-aliran daya saluran dan tegangan-tegangan bus dari suatu sistem tenaga listrik pada kondisi beban dan pembangkitan tertentu. Dengan menggunakan hukum Kirchhof untuk arus:

$$I_{Gi} = I_{Li} + I_{Ti} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan mengambil konjugat dari (2.1), diperoleh:

$$I_{Gi}^* = I_{Li}^* + I_{Ti}^* \dots\dots\dots(2.2)$$

Kemudian mengalikannya dengan V_i :

$$V_i I_{Gi}^* = V_i I_{Li}^* + V_i I_{Ti}^* \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Atau } S_{Gi} = S_{Li} + S_{Ti} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana:

S_{Gi} = daya pembangkitan tiga-fasa yang mengalir ke bus i

S_{Li} = daya beban tiga-fasa yang mengalir keluar dari bus i

S_{Ti} = daya yang ditransmisikan tiga-fasa yang mengalir keluar dari bus i

Oleh karena:

$$S_{gi} P_{Gi} \ jQ_{Gi} \dots\dots\dots(2.5a)$$

$$S_{li} P_{li} \ jQ_{Li} \dots\dots\dots(2.5b)$$

$$S_{Ti} P_{Ti} \ jQ_{Ti} \dots\dots\dots(2.5c)$$

maka:

$$P_{gi} \ P_{Li} \ P_{Ti} \dots\dots\dots (2.6a)$$

$$Q_{gi} \ Q_{Li} \ Q_{Ti} \dots\dots\dots (2.6b)$$

Aliran Daya Dengan Metoda Newton-Raphson

Metoda Newton-Raphson adalah

metoda yang paling sering digunakan untuk menyelesaikan suatu sistem persamaan nonlinier. Dalam mencari

solusi, metoda Newton-Raphson menggunakan teknik iteratif. Dengan teknik iteratif ini, pencarian solusi dimulai dengan estimasi awal untuk variabel yang ingin dicari. Estimasi tersebut kemudian diperbaiki secara berturutan sampai solusi yang diinginkan diperoleh. Apabila

solusinya telah didapat, maka dikatakan bahwa solusinya telah konvergen.

Langkah iteratif dari metoda Newton-Raphson dalam mencari solusi adalah dengan menyelesaikan persamaan berikut secara berturutan:

$$\mathbf{X}^{(k+1)} = \mathbf{X}^{(k)} - \mathbf{J}(\mathbf{X}^{(k)})^{-1} \mathbf{F}(\mathbf{X}^{(k)}) \quad (2.7)$$

dimana:

$$\mathbf{J}(\mathbf{X}^{(k)}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Pada (2.44), $\mathbf{J}(\mathbf{X})$ merupakan Jacobian dari $\mathbf{F}(\mathbf{X})$ dan dihitung melalui:

$$\mathbf{J}(\mathbf{X}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Dengan demikian, langkah-langkah dari metoda Newton-Raphson dalam mencari solusi adalah sesuai algoritma berikut:

Langkah 1: Set $k = 0$, dan tentukan estimasi awal untuk solusi $\mathbf{X}^{(k)}$ dan toleransi ϵ .

Langkah 2: Cek apakah: $\max |F(\mathbf{X}^{(k)})| < \epsilon$. Jika ya, stop dan solusinya adalah $\mathbf{X}^{(k)}$. Jika tidak, lanjutkan ke Langkah 3.

Langkah 3: Hitung Jacobian $\mathbf{J}(\mathbf{X}^{(k)})$ dan $\mathbf{X}^{(k+1)}$ melalui (2.44).

Langkah 4: Hitung $\mathbf{X}^{(k+1)}$ atau perbaiki nilai estimasi melalui (2.43).

Langkah 5: Set $k = k + 1$, dan kembali ke

Langkah 2.

Aliran Daya Dan Rugi-Rugi Daya Saluran

Setelah algoritma dari metoda Newton-Raphson berhasil mendapatkan solusi, aliran daya pada saluran-saluran dan besar pembangkitan daya dari bus-bus pembangkit dapat dihitung. Bila dimisalkan bahwa saluran yang menghubungkan bus p dan q memiliki admitansi seri y_{pq} dan admitansi shunt total y'_{pq} , maka arus yang mengalir pada saluran tersebut akan diberikan oleh :

$$I_{pq} = (V_p - V_q)y_{pq} + V_p \frac{y'_{pq}}{2} \quad (2.10)$$

Sehingga, aliran daya dari bus p ke q diberikan oleh:

$$P_{pq} + jQ_{pq} = V_p I_{pq}^* = V_p [(V_p - V_q)^* y_{pq}^* + V_p^* \frac{y'_{pq}}{2}]$$

.....(2.11)

Dengan cara yang sama, aliran daya dari bus q ke p diberikan oleh:

$$P_{qp} + jQ_{qp} = V_q I_{qp}^* = V_q [(V_q - V_p)^* y_{pq}^* + V_q^* \frac{y'_{pq}}{2}]$$

.....(2.12)

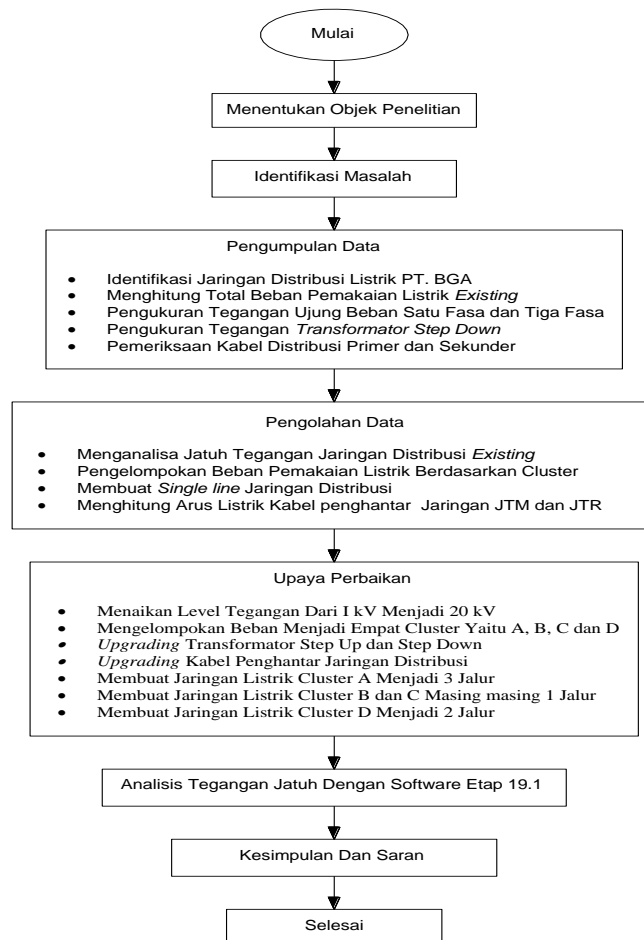
Rugi-rugi daya pada saluran $p-q$ dapat dihitung dengan menjumlahkan $P_{pq} + jQ_{pq}$ dan $P_{qp} + jQ_{qp}$.

Daya yang dibangkitkan pada bus slack dapat dihitung dengan menjumlahkan semua aliran daya pada saluran yang keluar dari bus tersebut. Alternatif lain adalah dengan menggunakan (2.6).

3. METODE PELAKSANAAN

Berisi Menguraikan langkah kerja dalam melakukan sebuah penelitian sangat

penting sebelum melakukan penelitian secara langsung dan pengambilan data secara langsung terhadap objek penelitian, dikarenakan langkah kerja ini menjadi acuan dalam penelitian ini untuk menyatakan penelitian ini menemukan hasil atau sebaliknya. Untuk mempermudah membaca langkah kerja maka uraian langkah kerja diimplementasikan kedalam sebuah diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1

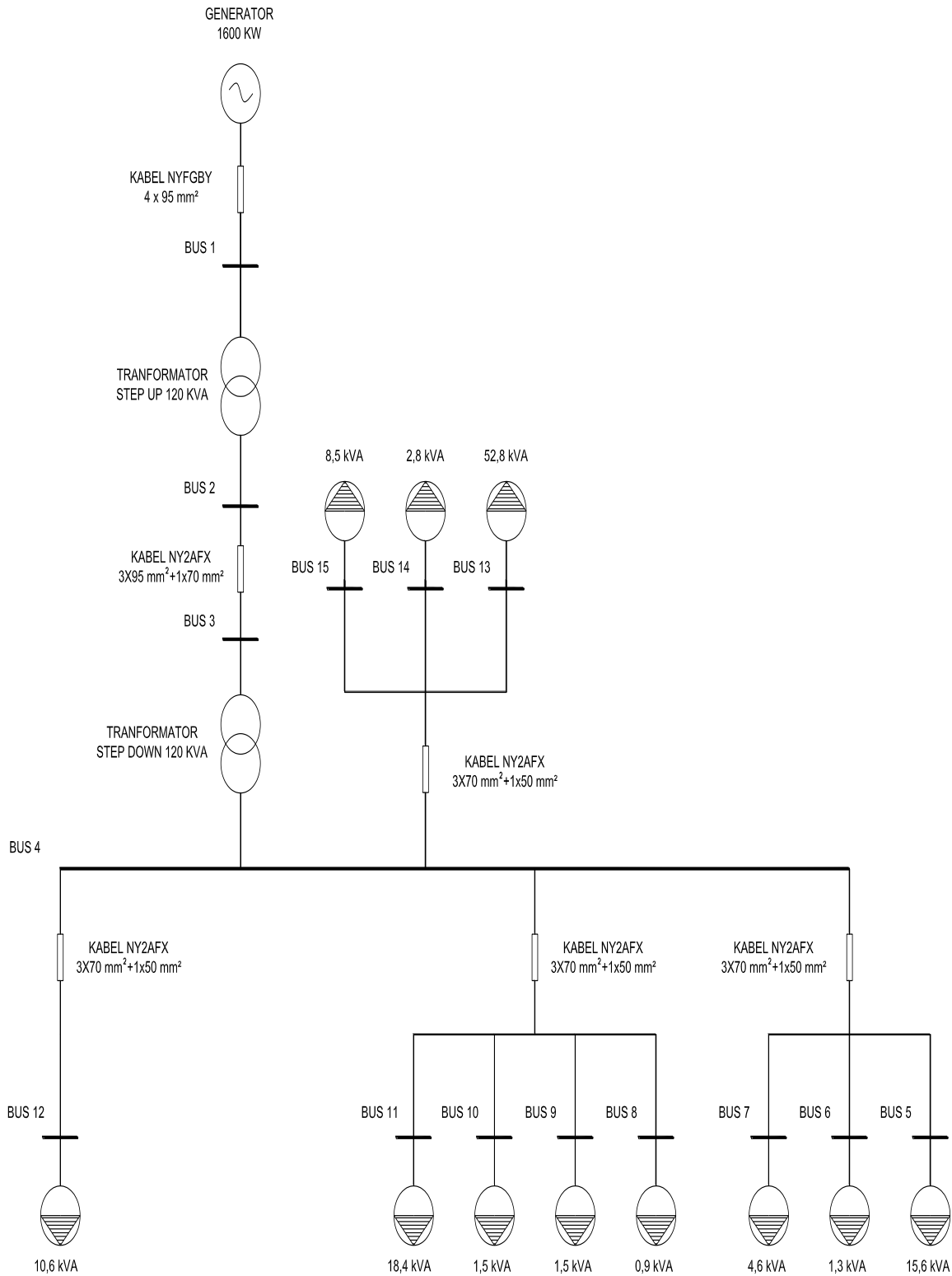


Gambar 1. Diagram alur penelitian

Berdasarkan dari cara memperolehnya, data primer merupakan

data yang diambil secara langsung dari objek penelitian. Data primer dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif dari hasil observasi secara langsung lokasi

kawasan industri PT. BGA. Diagram segaris sistem kelistrikan utama pada kawasan industri diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram segaris sistem kelistrikan utama PT. BGA

Pengambilan Data Primer

Pengukuran tegangan dibagi menjadi dua bentuk pengukuran. Yang pertama dilakukan secara kondisional artinya dilakukan hanya sesekali sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Pengukuran ini dilakukan pada sisi perlatan dan beban listrik. Peralatan listrik yang di ukur di antaranya transformator step up dan transformator step down sedangkan untuk beban listrik di lakukan pengukuran di lokasi perumahan G2 Staf untuk sistem satu phasa dan kantor divisi I KNDE sistem tiga phasa R,S,T, dan N yang merupakan beban terjauh. Dimana kedua lokasi tersebut pada tempat berbeda dalam jaringan yang sama. Fungsi dari

pengukuran ini untuk memeriksa besarnya tegangan jatuh (*voltage drop*) yang terjadi pada sistem distribusi jaringan listrik tersebut. Pengukuran yang kedua adalah pengukuran tegangan secara real time selama 3 kali dalam satu hari pada Kawasan industri kelapa sawit PT. BGA. Pengukuran dilakukan pada jam kerja yaitu dari pukul 08.00-16,00. Hal ini dilakukan karena pada jam ini kegiatan operasinal pabrik pengolahan sawit dan aktifitas kegiatan adminstratif sangat banyak menggunakan beban listrik karena pada jam kerja pemakain beban listrik berada pada posisi puncak. Hasil pengukuran tegangan di perlihatkan pada Tabel 2.1 sampai Tabel 2.3

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan transformator step down (Bus 4)

Hari	Jam	Phasa	Tegangan (Volt)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
Rabu	08:45	R-S	352	-7,4	Dalam Standar
		R-T	363	-4,5	Dalam Standar
		T-S	364	-4,2	Dalam Standar
Rabu	11:00	R-S	346	-9	Dalam Standar
		R-T	358	-5,8	Dalam Standar
		T-S	350	-7,9	Dalam Standar
Rabu	15:45	R-S	342	-10	Dalam Standar
		R-T	358	-5,8	Dalam Standar
		T-S	354	-6,8	Dalam Standar

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan ujung pada kantor KNDE (Bus 7)

Hari	Jam	Phasa	Tegangan (Volt)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
Rabu	9:30	R-S	331	-12,9	Luar Standar

		R-T	336	-11,6	Luar Standar
		T-S	345	-9,2	Dalam Standar
Rabu	11:15	R-S	304	-20,0	Luar Standar
		R-T	308	-18,9	Luar Standar
		T-S	324	-14,7	Luar Standar
Rabu	16:00	R-S	337	-11,3	Luar Standar
		R-T	338	-11,1	Luar Standar
		T-S	332	-12,6	Luar Standar

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan ujung pada rumah staf G2 (Bus 5)

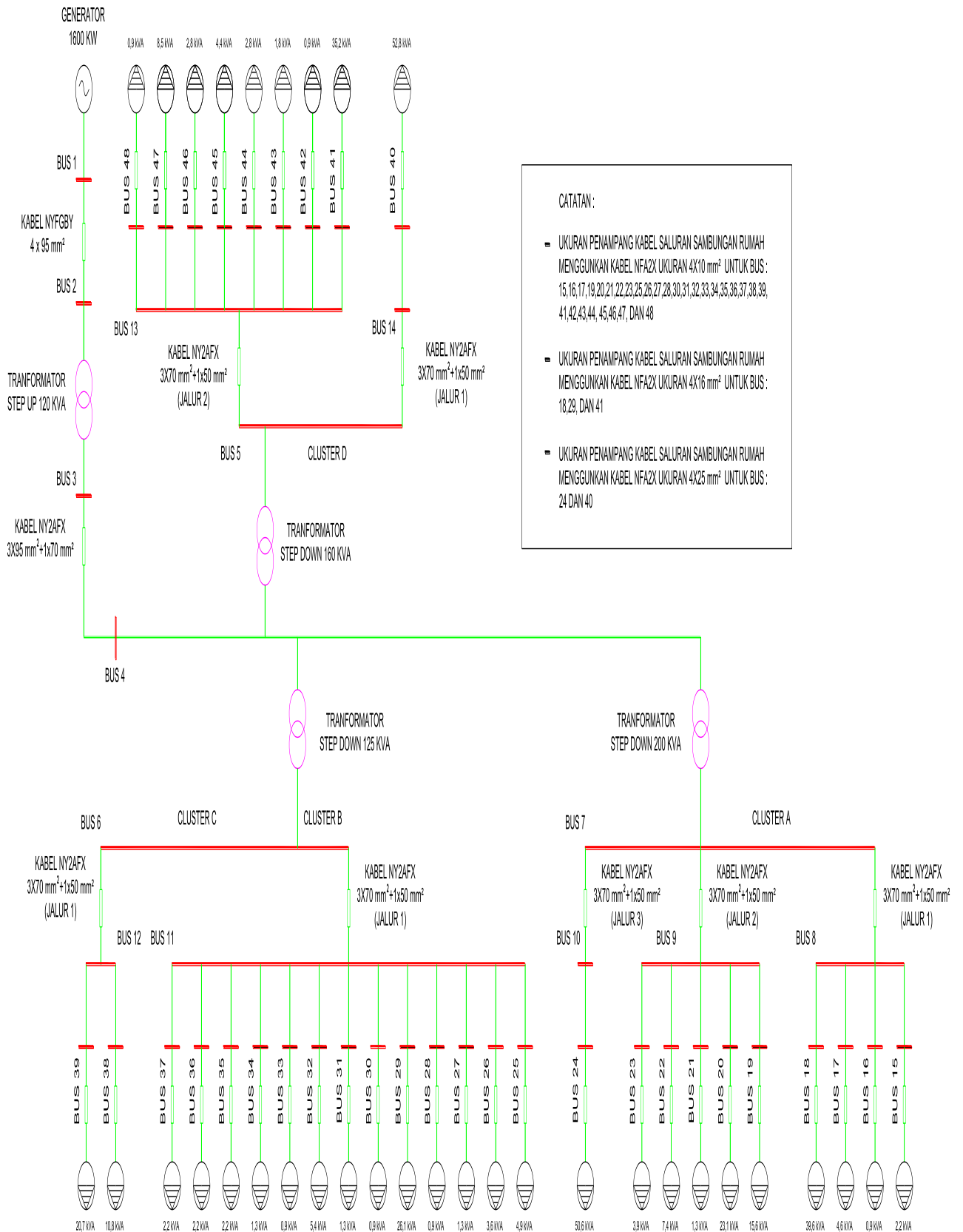
Hari	Jam	Phasa	Tegangan (Volt)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
Rabu	9:45	R-N	178	-19,1	Luar Standar
		S-N	184	-16,4	Luar Standar
		T-N	189	-14,1	Luar Standar
Rabu	11:30	R-N	175	-20,1	Luar Standar
		S-N	182	-17,3	Luar Standar
		T-N	191	-13,2	Luar Standar
Rabu	16:15	R-N	177	-19,5	Luar Standar
		S-N	16	-15,5	Luar Standar
		T-N	193	-12,3	Luar Standar

4. HASIL dan PEMBAHASAN

Upgrading Sistem Kelistrikan PT. BGA

Pada penelitian ini, tegangan sistem jaringan distribusi akan dinaikan menjadi 20 kV, beban pada sistem kelistrikan di kawasan industri kelapa sawit PT. BGA akan dibuat menjadi empat cluster yaitu A, B, C dan D, satu unit transformator step up 500 kVA, satu unit transformator step down untuk mensuplai cluster A 200 kVA, satu unit transformator step down untuk mensuplai cluster B dan C 125 kVA, dan satu unit transformator step down untuk mensuplai cluster D 160 kVA. Kabel jaringan distribusi primer (JTM) menggunakan jenis AAAC dengan penampang 3x70 mm². Jaringan distribusi sekunder pada cluster A di buat menjadi 3

saluran (JTR), jaringan listrik, cluster B dan C di buat masing masing 1 saluran (JTR), jaringan listrik, dan cluster D dibuat menjadi 2 saluran (JTR) jaringan listrikkabel jaringan distribusi sekunder jaringan distribusi sekunder (JTR) dengan menggunakan kabel jenis NFA2X-T dengan penampang kabel 3x70+1x50 mm², dan saluran sambungan rumah (SR) menggunakan jenis NFA2X, 4x10 mm², 4x16 mm² dan 4x25 mm².. Terlihat bahwa beban total untuk sistem kelistrikan PT. BGA adalah 334,35 kW atau 334,35 kVA dengan asumsi faktor daya adalah 1. (lihat Gambar 3.1)

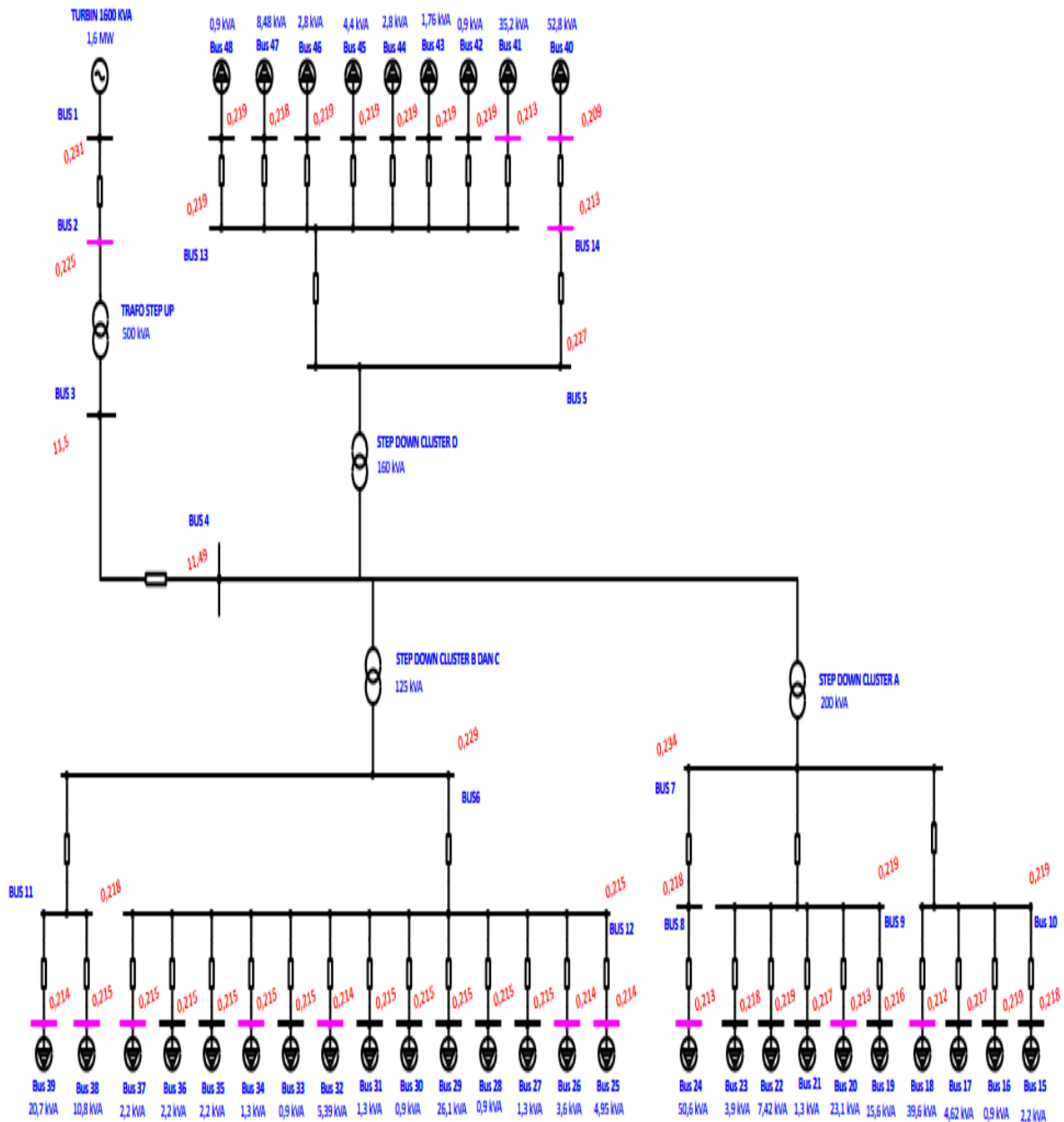


Gambar 3. Diagram segaris sistem kelistrikan PT. BGA

Perhitungan Tegangan Sistem Setelah Upgrading Dengan Simulasi ETAP

Setelah dilakukan upgrading pada sistem kelistrikan PT. BGA, yang kemudian disimulasi menggunakan ETAP (lihat Gambar 4.5). Terjadi perbaikan

tegangan pada saluran distribusi primer (JTM), saluran distribusi sekunder (JTR) dan saluran rumah (SR) sehingga nilai tegangan pada bus beban listrik memenuhi standar tegangan kerja yang di ijjinkan (lihat Tabel 4.37 sampai Tabel 4.47).



Gambar 4. Single line diagram upgrading setelah running

Tabel 4. Data tegangan transformator step up 0,4/20 kV

Bus	Conection	Tegangan kV	Variasi Tegangan %	Keterangan
2	Primary	0,389	2,3	Dalam Standar
3	Secondary	19,92	-0,4	Dalam Standar

Tabel 5. Data tegangan transformator step down 20/0,4 kV

Bus	Conection	Tegangan kV	Variasi Tegangan %	Keterangan
4	Primary	19,91	-0,4	Dalam Standar
5	Secondary	0,39	2,6	Dalam Standar
6	Secondary	0,39	2,6	Dalam Standar
7	Secondary	0,4	5,2	Dalam Standar

Tabel 6. Data tegangan saluran distribusi primer (JTM)

Bus	Tegangan kV	Variasi Tegangan %	Keterangan
3	19,92	-0,4	Dalam Standar
4	19,91	-0,4	Dalam Standar

Tabel 7. Data tegangan saluran distribusi sekunder (JTR)

Bus	Cluster	Saluran	Tegangan kV	Variasi Tegangan %	Keterangan
8	A	1	0,378	-0,5	Dalam Standar
9	A	2	0,379	-0,3	Dalam Standar
10	A	3	0,378	-0,5	Dalam Standar
11	B	1	0,377	-0,8	Dalam Standar
12	C	1	0,373	-1,8	Dalam Standar
13	D	1	0,379	-0,3	Dalam Standar
14	D	2	0,369	-2,9	Dalam Standar

Tabel 8. Data tegangan beban listrik pada jaklur 1 cluster A

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
15	Manager TC	0,378/0,218	-0,5	Dalam standar
16	GH MKNR (G6)	0,378/0,219	-0,5	Dalam standar
17	GOR	0,376/0,217	-1,1	Dalam standar
18	Rumah Staf (G1)- Future	0,367/0,212	-3,4	Dalam standar

Tabel 9. Data tegangan beban listrik pada saluran 2 cluster A

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
19	Rumah Staf (G2)	0,375/0,216	-1,3	Dalam

				standar
20	Guest House	0,368/0,213	-3,2	Dalam standar
21	Fabrikasi Furniture MKNR	0,376/0,217	-1,1	Dalam standar
22	Kantor Divisi 1 KNDE	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar
23	Klinik MKNR	0,377/0,218	-0,8	Dalam standar

Tabel 10. Data tegangan beban listrik pada saluran 3 cluster A

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
24	Rumah Staff (G1)-BKCW	0,369/0,213	-2,9	Dalam standar

Tabel 11. Data tegangan beban listrik pada cluster B

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
25	Rumah Staf (G1)	0,371/0,214	-2,4	Dalam standar
26	Rumah Karyawan (G6)-BKCW	0,371/0,214	-2,4	Dalam standar
27	Rumah Staf (G6)	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
28	Rumah Mandor (G6)	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
29	Rumah Karyawan (G6)	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
30	Rumah Karyawan (G6)-KNLA	0,373/0,205	-1,8	Dalam standar
31	Gereja	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
32	Gudang MKNR	0,370/0,214	-2,6	Dalam standar
33	TPA	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
34	Kantor Divisi 3	0,372/0,215	-2,1	Dalam standar
35	Kantor PAD	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
36	HPO	0,373/0,215	-1,8	Dalam standar
37	Rumah Karyawan (G6)-Future	0,372/0,215	-2,1	Dalam standar

Tabel 12. Data tegangan beban listrik pada cluster C

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
38	Rumah Karyawan (G6)-PKS	0,372/0,215	-2,1	Dalam standar
39	CKNT	0,371/0,214	-2,4	Dalam standar

Tabel 13. Data tegangan beban listrik pada jaklur 1 cluster D

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
40	KNLA	0,362/0,209	-4,7	Dalam standar

Tabel 14. Data tegangan beban listrik pada saluran 2 cluster D

Bus	Nama Beban	Tegangan (kV)	Variasi Tegangan (%)	Keterangan
41	BKCW	0,368/0,213	-3,2	Dalam standar
42	Musholla	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar
43	TK	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar
44	SD	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar
45	SMP	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar
46	UPS	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar
47	Kantor Wilayah	0,378/0,218	-0,5	Dalam standar
48	Kios	0,379/0,219	-0,3	Dalam standar

5. SIMPULAN

Berisi Dari keseluruhan hasil perbaikan sistem jaringan kelistrikan akibat penambahan daya listrik dari 118,6 kW menjadi 334,35 kW dan jatuh tegangan sampai -20 % pada jaringan listrik PT. BGA, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dilakukan perbaikan sistem kelistrikan dengan melakukan upgrading tegangan kerja pada jaringan distribusi dari 1 kV menjadi 20 kV.
2. Mengelompokan beban kelistrikan menjadi empat cluster yaitu A,B,C dan D. Dimana cluster A di buat menjadi 3 saluran listrik JTR, cluster B dan C di buat masing masing 1 saluran listrik JTR, dan cluster D dibuat menjadi 2 saluran listrik JTR.
3. Dilakukan upgrading pada transformator step up menjadi 500 kVA, upgrading transformator step down pada cluster A sebesar 200 kVA, upgrading transformator step down pada cluster B dan C sebesar

125 kVA dan upgrading transformator step down cluster D sebesar 160 kVA

4. Dilakukan Upgrading jaringan kabel distribusi dimana untuk jaringan distribusi primer (JTM) menggunakan jenis AAAC dengan penampang kabel 3x70 mm², jaringan distribusi sekunder (JTR) untuk saluran masing masing cluster menggunakan jenis NFA2X-T dengan penampang kabel 3x70+1x50 mm², dan saluran sambungan rumah (SR) menggunakan jenis NFA2X, 4x10 mm² , 4x16 mm² dan 4x25 mm².
5. Dilakukan analisis aliran daya dengan ETAP dimana jatuh tegangan yang terjadi pada keseluruhan bus beban, berkisar antara 0,3 sampai 4,7 % atau 0,379 kV sampai 0,362 kV. Nilai tersebut masih dalam standar tegangan yang di ijinan untuk jaringan tegangan rendah (JTR) variasinya adalah maksimal + 5 % dan minimal -10 % terhadap tegangan nominal (SPLN1 : 1995)

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agung Nugroho, dan Eko Setiawan yang berjudul ‘Analisa perbaikan losses dan jatuh tegangan pada jaringan sambungan rumah tidak standar dengan simulasi software etap 7.5.0’ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
- Andri Van Anugrah, Hamzah Eteruddin dan Arlenny yang berjudul “Studi Pemasangan Express Feeder Jaringan Distribusi 20 kV Untuk Mengatasi Drop Tegangan Pada Feeder Sorek PT PLN (Persero) Rayon Pangkalan Kerinci” Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
- Budi Santoso, Albert Gifson, Dicky Pratama yang berjudul “Perbaikan Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Penyulang Tomat Gardu Induk Mariana Sumatera Selatan” Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
- Chaerul Arifin, Bambang Satriyo Purwito, dan Ahmad Sholihuddin, 2017 “ Studi Analisa Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan Beban Lebih Di PT. PLN (Persero) Area Kediri Upj Rayon Srengat Blitar “ Fakultas Teknik, Universitas Islam Balitar.
- Daryanto A, 2010, “Pengaturan Tegangan Sisi Sekunder Pada Transformator
- Daya 60 MVA 150/20 kV Dengan Pengubah TAP Berbeban Di Gardu Induk Keramasan PT PLN. Laporan Akhir Diploma 3 Politeknik Negeri Surabaya.
- Djiteng Marsudi, 2006, “ Operasi Sistem Tenaga Listrik,” Graha Ilmu
- Feri Siswoyo Hadisantoso, 2016, “Analisa Penurunan Tegangan (Voltage Drop) dan Rugi-rugi (Losses) Penyulang Menggunakan ETAP di Gardu Induk Bandung Selatan”, Politeknik Enjinerling Indorama.
- I Wayan Sudiarta, I Putu Sutawinaya, I Ketut TA, dan Ardy Firman, 2016 “ Manajemen Trafo Distribusi 20 kV Antar Gardu BL031 dan BL033 Penyulang Liligundi Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap “ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali Bukit Jimbaran.
- Indra Roza, 2019, Analisa perbaikan drop voltage dengan trafo sisip sistem distribusi jtr di pt. pln (persero) rayon perbaungan dengan aplikasi program etap, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan.
- Joseph Kristian Triyoga , Ir. Unggul Wibawa, M. Sc , Ir. Mahfudz Shidiq, MT, “ Perencanaan Jaringan Distribusi Yang Efisien Untuk

- Suplai Motor Penggerak Pompa Air Menggunakan Metode Successive Backward Di Lahan Tebu PG Asembagoes Situbondo “ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang.
- Maju Binoto, Slamet Pambudi, Budi Nugroho, 2020 “ Penempatan Transformator Guna Perbaikan Penyaluran Daya Listrik Pada Jaringan Distribusi Kabupaten Karanganyar“ , Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Surakarta, Indonesia.
- PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) 2011, Standar Instalasi Listrik
- Septianissa Azzahra, Oktaria Handayani, Siti Auliya, 2019, “ Studi Perbaikan Jatuh Tegangan Dan Rugi Daya Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Pembangunan Gardu Sisip Tipe Portal “, Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik – PLN.
- Suprianto, 2018 “ Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu “ Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan.
- Sutrado kabel catalogue.
- Yoga Prastyo, Juningtyastuti, dan karnoto, 2015 “ Perancangan Jaringan Distribusi 20 kV Pada PT. Bukit
- Asam (persero), tbk “ Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universita Diponegoro, semarang.
- Zuhal, 1995, “ Ketenaga Listrikan Indonesia,” PT. Ganeca Prima.