

p.ISSN 2303-212X
e.ISSN 2503-5398

Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

JURNAL
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 8

NOMOR 2

HAL.: 90 - 165

JULI 2020

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 8 NOMOR 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

JULI 2020

DAFTAR ISI

Halaman

**ANALISIS PERUBAHAN KONFIGURASI JARINGAN RADIAL KE SPINDEL
OPEN – LOOP PENYULANG JERUK DAN PENYULANG KOMERING**

Imam Tarmizi, Yuslan Basir, Dyah Utari Y.W. (Dosen Teknik Elektro UTP).....90 – 99

**RANCANGAN DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI
DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI JERAMI PADI**

Selvia Aprilyanti, Madagaskar (Dosen Teknik Industri UTP).....100 – 105

**PENGARUH PEMAKAIAN AIR RAWA TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON**

Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi (Dosen Teknik Sipil UTP).....106 – 112

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGADUK BUBUR SUMSUM
DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK UNTUK INDUSTRI RUMAH TANGGA**

Rita Maria Veranika, M. Amin Fauzie, Sukarmansyah, Utomo Mandala Ilham (Dosen Teknik Mesin UTP).....113 – 123

PEMBUATAN ALAT MESIN BUBUT MINI DARI KAYU

Ilham Yunus, Hermanto MZ, Azhari (Dosen Teknik Industri UTP).....124 – 131

**PEMANFAATAN LIMBAH TISU SEBAGAI PENGISI POLIMER RESIN
DENGAN METODE SEDERHANA**

Zuul Fitriana Umari (Dosen Teknik Sipil UTP).....132 – 136

**ANALISIS PERENCANAAN SUMBER DAYA MANUSIA BERDASARKAN
STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI) DALAM KONSTRUKSI BANGUNAN
(Studi Kasus Pembangunan Rumah Keluarga Deta Itzala)**

Tolu Tamalika (Dosen Teknik Industri UTP).....137 – 143

EVALUASI PASCA HUNI ASRAMA MAHASISWA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Andy Budiarto, Aditha Maharani Ratna (Dosen Arsitektur UTP).....144 – 150

**ANALISA KELAYAKAN TERMINAL C DI JALAN NAWAWI AL HAJ
DESA TANJUNG BARU KECAMATAN BATURAJA TIMUR**

Ferry Desromi (Dosen Teknik Sipil Univ. Baturaja).....151 – 160

**ANALISA ARC FLASH PADA SISTEM KELISTRIKAN FEEDER 6.6 KV
SWITCH GEAR 01-B-1 SS#1B S. GERONG DI PT. PERTAMINA RU-III PLAJU**

Roni Syaputra, Hazairin Samaullah, M. Husni Syahbani (Dosen Teknik Elektro UTP).....161 – 165

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah *Desiminasi Teknologi* dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal *Desiminasi Teknologi* disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridianti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 8 Nomor 2 edisi Juli 2020, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Juli 2020

Redaksi

ANALISIS PERUBAHAN KONFIGURASI JARINGAN RADIAL KE SPINDEL OPEN – LOOP PENYULANG JERUK DAN PENYULANG KOMERING

Imam Tarmizi¹, Yuslan Basir², Dyah Utari Y.W.³

Email Korespondensi: yuslan@univ-tridinanti.ac.id

Abstrak: Perencanaan suatu sistem tenaga listrik tentunya sudah mempunyai pertimbangan dalam berbagai kajian, kajian sistem tenaga listrik. Salah satu yang di rencanakan untuk masalah durasi padam yang lama (rata – rata 27 menit) padahal banyak titik manuver. Dilihat dari SOP ternyata dikarenakan terlalu banyak nya titik manuver menyebabkan rawan terjadinya *miss communication* yang dapat berakibat terjadinya kesalahan pengoperasian titik manuver. Belum lagi masalah drop tegangan yang terjadi ketika penyulang komering memanuver 2 section di P. Jeruk yang langsung berakibat drop tegangan yang melebihi SPLN 72:1987. PT. PLN UP2D dan ULP Rivai telah merencanakan rekonfigurasi P. Jeruk dan Komering akan direkonfigurasi sehingga menjadi lebih sederhana dan lebih pendek. Dengan rekonfigurasi tadi, setelah dilakukan analisis drop tegangan yang terjadi di P. Jeruk dan Komering pada saat normal maupun manuver belum melewati SPLN 72:1987 (Drop tegangan terbesar adalah 4,38%), untuk sistem proteksi juga tidak perlu dilakukan setting ulang karena dengan settingan saat ini relay Penyulang di GI masing – masing juga masih berfungsi dengan baik, dan untuk kemampuan daya trafo di masing masing GI pun masih mampu bahkan dalam beberapa kondisi tergolong pembebanan efektif trafo daya. (Beban puncak siang, pada saat manuver Trafo 2 GI Boom baru 72,90% dan Trafo 1 GI Sei Juaro 67,57%)

Kata kunci: *miss communication*, relay proteksi, kemampuan daya trafo, drop tegangan

Abstract: *The planning of an electric power system certainly has considerations in various studies, the study of electric power systems. One planned for long duration outages (on average 27 minutes) eventhough there are many maneuver points. Based on the SOP, it turns out that because there are too many maneuvering points that are prone to miss communication, resulting in mismanagement of maneuvering points. the problem of voltage drop that occurs when the Komering feeders maneuver 2 sections in P. Jeruk which directly results in a voltage drop that exceeds SPLN 72: 1987. PT. PLN UP2D and ULP Rivai have planned to reconfigure Jeruk and Komering feeder to be reconfigured so that it becomes simpler and shorter. With this reconfiguration, after voltage drop analysis in Jeruk and Komering feeder both in normal condition and maneuvering have not passed SPLN 72: 1987 (the biggest voltage drop is 4.38%), the protection system also does not need to be reset because the current setting of the feeder relay in each GI is still functioning well, and for the transformer power capability in each GI is still capable even in some conditions classified as effective loading of the power transformer. (Peak load during the day, during the maneuvering of Transformer 2, the Boom baru substation 72.90% and Transformer 1, the Sei Juaro substation 67.57%)*

Keywords: *miss communication, protection relay, transformer power capability, voltage drop*

¹ Alumni Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

PENDAHULUAN

Di PT. PLN (Persero) ULP Rivai sekarang mempunyai penyulang sebanyak 61 (enam puluh satu), 25 (dua puluh lima) pelanggan VIP, dan 54 pelanggan premium yang harus dijaga kelistrikkannya. Dan pada bulan Juli – September 2019, ULP Rivai mengalami permasalahan yang berat dimana Penyulang Jeruk dan Penyulang Komering telah mengalami pemadaman sebanyak total 10 kali padam sedangkan di kedua penyulang tersebut juga memiliki 8 Pelanggan Premium. Durasi padam yang lama pun (rata – rata padam 27 Menit) menjadi masalah tersendiri padahal

untuk Penyulang Jeruk mempunyai 6 (enam) titik manuver dari LBS dan untuk penyulang Komering mempunyai 5 (lima) titik manuver dari LBS dan GH. Pertanyaannya adalah kenapa dengan banyak nya titik manuver yang dimiliki kedua penyulang tersebut pemadaman yang terjadi masih terbilang lama?. Ternyata dari SOP Pengoperasian penyulang jeruk dengan konfigurasi Radial ini terlihat ternyata dengan banyaknya titik manuver tersebut menyebabkan rawan sekali terjadinya *miss communication* yang dapat berakibat terjadinya kesalahan pengoperasian titik manuver. Belum

lagi masalah drop tegangan yang terjadi ketika penyulang komering memaanuver 2 section di P. jeruk yang langsung berakibat drop tegangan yang melebihi SPLN 72:1987.

PT. PLN UP2D dan PT. PLN ULP Rivai telah merencanakan agar masalah ini dapat segera diselesaikan dengan cara Penyulang Jeruk dan Komerling akan di rekonfigurasi ulang menjadi lebih sederhana dan berbentuk Spindel Open - Loop dengan tujuan meminimalisir kesalahan dan *misscom* yang terjadi serta mempercepat proses manuver.

TINJAUAN PUSTAKA

Konfigurasi Jaringan Distribusi

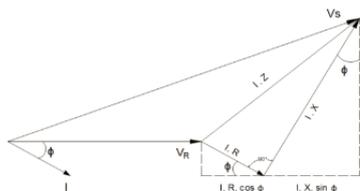
Konfigurasi – konfigurasi jaringan sesuai dengan maksud perencanaannya adalah sebagai berikut :

- a. Konfigurasi Tulang Ikan (Fish-Bone)
- b. Konfigurasi Kluster
- c. Konfigurasi Spindel
- d. Konfigurasi Fork
- e. Konfigurasi Spotload
- f. Konfigurasi Jala – jala
- g. Konfigurasi lain – lain :
 1. Struktur Garpu dan Bunga
 2. Struktur Rantai
 3. Struktur Spindel Loop – Open

Drop Tegangan

Tegangan Jatuh atau drop voltage adalah besar penurunan atau kehilangan nilai tegangan listrik pada suatu penghantar dari nilai tegangan normalnya. Besar kerugian tegangan atau tegangan jatuh yang terjadi pada jaringan listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Panjang kabel penghantar
2. Besar arus
3. Tahanan jenis
4. Luas penampang penghantar



Gambar 1 Diagram Fasor Tegangan dan Arus tegangan distribusi

(Sumber : Supriyanto, 2018)

Dari diagram fasor pada gambar 1, tegangan kirim adalah :

$$\bar{V}_s = V_s < \delta$$

Arus adalah :

$$\bar{I} = I \angle - \phi$$

Regulasi tegangan :

$$VR_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_r}$$

Persentasi regulasi tegangan dapat didefinisikan sebagai

$$\%VR_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100$$

Sedangkan jatuh tegangan per-unit didefinisikan sebagai :

$$VD_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_B}$$

Sehingga persentasi jatuh tegangan :

$$\%VD = \frac{V_s - V_r}{V_B} \times 100$$

Dimana V_B adalah tegangan dasar yang bebas dipilih apakah tegangan dasar sekunder atau tegangan dasar primer dengan memperhitungkan rasio trafo yang digunakan. Dari gambar 1, diagram fasor tegangan kirim adalah :

$$\bar{V}_s = V_r + \bar{I} \cdot Z$$

$$V_s = V_r \angle 0^\circ + (I \angle - \phi) \cdot (R + jX)$$

$$V_s = V_r \angle 0^\circ + I(\cos(\phi) - j \sin(\phi)) \cdot (R + jX)$$

Hubungan Z, R dan X dalam bentuk trigonometri adalah

$$\cos(\phi) = \frac{R}{Z} \text{ dan, } \sin(\phi) = \frac{X}{Z}$$

Disubstitusikan sehingga menjadi”

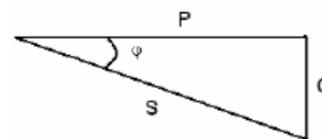
$$V_s = V_r + I \cdot R \cos(\phi) + I \cdot X \sin(\phi)$$

Sehingga jatuh tegangan untuk 3 fasa adalah

$$V_D = I \cdot \sqrt{3} [r \cos(\phi) + x \sin(\phi)] l$$

Kemampuan Daya Trafo

Pembahasan mengenai kapasitas daya dari transformator tidak lepas dari aturan dasar dari segi tiga daya, S (VA), P (kW) dan Q (kVAR) sebagai berikut :



Gambar 2 Segitiga daya

(Sumber : Syamsudin Noor, 2014)

Dalam hal ini, yang penting untuk diingat adalah rumus segitiga daya, dimana untuk 3 phasa

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi$$

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \times S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

Untuk daya kemampuan trafo itu dibebani adalah

$$I = S / (\sqrt{3} \times V)$$

Dan untuk persen beban Trafo adalah :

$$\% \text{beban trafo} = \frac{\text{MVA Trafo yang terpakai}}{\text{MVA Trafo yang terpasang}} \times 100 \%$$

Dengan adanya perubahan konfigurasi jaringan ini maka perubahan daya pada kedua trafo daya di kedua GI akan mengalami perubahan. Selanjutnya, menganalisa apakah perubahan daya itu melebihi kemampuan daya trafo. “Telah diketahui juga untuk faktor kebutuhan listrik yang ideal adalah 60% - 80% (Agus Maulana dkk. 2005)” [18] sehingga dapat dikatakan pembebanan trafo yang ideal adalah 60% - 80% agar dapat memenuhi kebutuhan listrik yang ideal.

Sistem Proteksi

Rele digunakan untuk mengamankan jaringan distribusi dari gangguan hubungan singkat. Gangguan hubung singkat pada sistem 3 fase, adalah :

- Gangguan 3 fase.
- Gangguan 2 fase
- Gangguan 2 fase atau 1 fase ketanah.

Arus gangguan hubung singkat 3 fase, 2 fase, 2 fase ketanah atau 1 fase ketanah, arus gangguannya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan umum (**Hukum Ohm**), yaitu:

$$I = \frac{E}{Z} \text{ Amp}$$

Lebih lanjut besarnya Arus yang mengalir pada tiap komponen jaringan juga dapat dihitung dengan bantuan rumus tersebut. Yang membedakan antara gangguan hubung singkat 3 fase, 2 fase, 2 fase ketanah atau 1 fase ketanah adalah impedansi yang terbentuk sesuai dengan macam gangguan hubung singkat itu sendiri, seperti ditunjukkan berikut ini :

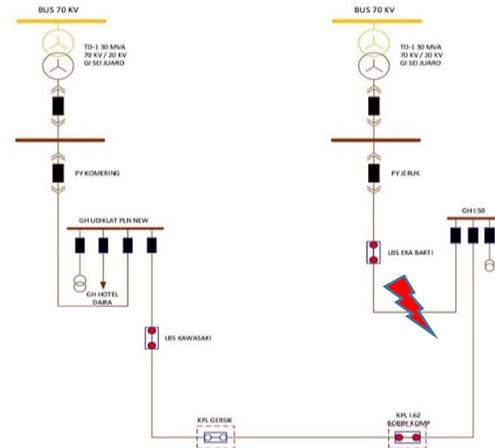
$$Z \text{ gangguan 3 fase} \quad Z = Z_1$$

$$Z \text{ gangguan 2 fase} \quad Z = Z_1 + Z_2$$

$$Z \text{ gangguan 1 fase ke tanah} \quad Z = Z_1 + Z_2 + Z_0$$

SOP Pengoperasian dan komunikasi Penyulang Jeruk – Komerling (Spindel Open - Loop)

Jika terjadi gangguan maka :



Gambar 3 SLD Spindel – open loop P. Jeruk dan Komerling

(Sumber : PT. PLN ULP Rivai)

1. Jika P. jeruk gangguan maka Dispatcher akan menghubungi pihak GI dan UP3 Palembang untuk menginfokan indikasi gangguan, jam trip dan beban trip. Lalu mengecek di HMI apakah ada indikasi gangguan di KPL Eka bakti dan GH I.50
2. Jika indikasi gangguan ada di KPL Eka Bakti dan tidak ada di GH I.50 maka gangguan dipastikan ada di KPL Eka Bakti, selanjutnya dispatcher akan membuka KPL Eka bakti dan Outgoing GH I.50 untuk mengisolasi daerah yang terkena gangguan.
3. Kemudian dispatcher akan menghubungi UP3 Palembang untuk mengkonfirmasi jika P. Jeruk akan dimanuver dari P. Komerling melalui KPL Gresik ke GH I.50
4. Jika aman, proses manuver dilakukan dengan cara memasukkan KPL Gresik dan kembali mengoperasikan P. Jeruk sebatas LBS eka bakti. Lalu hanya daerah gangguan saja yang padam (KPL Eka Bakti sampai GH I.50).

Data Kabel

Tabel 1 Data Kabel

DARI	KE	Panjang	JENIS
GI	KPL EKA BAKTI	358	SKTM XLPE 240 mm ²
		2200	A3C 150 mm ²
KPL EKA BAKTI	GH I.50	80	SKTM XLPE 240 mm ²
		368	A3C 150 mm ²
GH I.50	KPL I.62 BOBY	306	A3C 150 mm ²
KPL I.62 BOBY	KPL GRESIK	1861	A3C 150 mm ²
KPL GRESIK	KPL KAWASAKI	514	A3C 150 mm ²
KPL KAWASAKI	GH UDIKLAT PLN NEW	2560	A3C 150 mm ²
GH UDIKLAT PLN	GI SEI JUARO	6500	SKTM XLPE 240 mm ²

Data Beban Puncak Siang dan Malam

Tabel 2 Data Beban Puncak Siang dan Malam

NO	NAMA	BEBAN PUNCAK SIANG (BULAN)		BEBAN PUNCAK MALAM (BULAN)	
		JAN	FEB	JAN	FEB
1	PENYULAN G JERUK	72	132	73	91
2	PENYULAN G KOMERING	96	99	112	109
3	TD2 - 30 MVA GI BOOM BARU (P. Kurma, Anggur, Kelengkeng, Jeruk)	511	320	246	330
4	TD1 - 30 MVA GI SEI JUARO (P. Rawas, Lematang, Ogan, Komerling)	311	428	319	330

Data Arus Gangguan GI UPT Palembang

Tabel 3 Data Arus Gangguan

Gardu Induk	Tegangan(k V)	His (Amp)	
		1phs	3phs
BOOM BARU	70	835	5300
BUNGARAN	70	885	6100

Data Trafo Gardu Induk

- TD 2 GI Boom Baru (Jeruk)
 - Merk : B&D
 - Kapasitas trafo : 30 MVA
 - Frekuensi : 50 Hz
 - Tegangan primer : 70 kV
 - Tegangan Sekunder : 20.7 kV
 - Arus rata-rata Sekunder : 238.31 A
 - Impedansi : 12,37 %
 - Hubungan : YNyn0
- TD 1 GI Sei Juaro (Komerling)
 - Merk : UNINDO
 - Kapasitas trafo : 30 MVA
 - Frekuensi : 50 Hz
 - Tegangan primer : 70 kV
 - Tegangan Sekunder : 20.9 kV
 - Arus rata-rata Sekunder : 284.117 A
 - Impedansi : 12,5 %
 - Hubungan : YNyn0

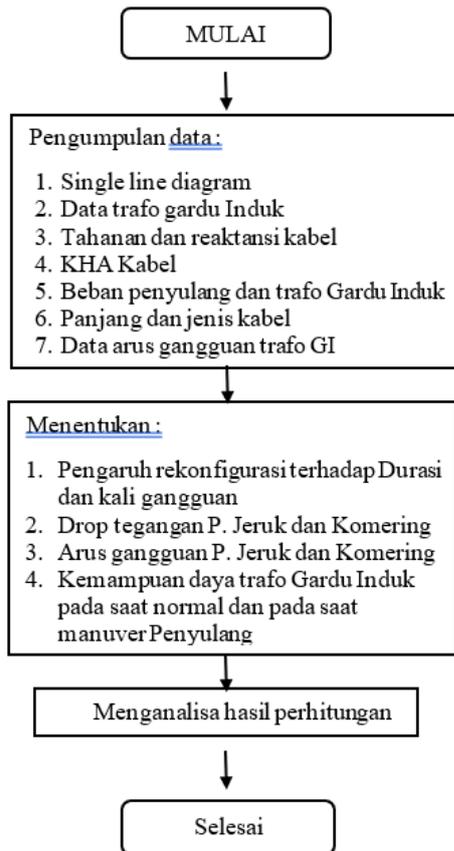
Impedansi Kabel Yang di Pakai

- SKTM 240 mm²
 - Impedansi Positif : 0,125 + j 0,097
 - Impedansi Nol : 0,275 + j 0,029
- A3C 150 mm²
 - Impedansi Positif : 0,2162 + j 0,3305
 - Impedansi Nol : 0,3631 + j 1,6180

Setting Relay di Gardu Induk

- P. Jeruk = Over current (480A), Overcurrent Instan (1600A), Ground Fault (32A), Ground Fault Instan (240A)
- P. Komerling = Over current (360A), Overcurrent Instan (1800A), Ground Fault (30A), Ground Fault Instan (240A)

Blok Diagram Penelitian



Gambar 4 Blok Diagram Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Drop Tegangan

Perhitungan drop tegangan dibutuhkan agar dapat memastikan bahwa P. Komering dan P. Jeruk pada kondisi normal (ujung kedua penyulang di KPL Gresik) dan manuver penuh (saling backup satu sama lain) memenuhi SPLN 72:1987.

a. Drop tegangan yang terjadi di P. Komering pada kondisi normal dan manuver beban penuh dari P. Jeruk

Perhitungan manual drop tegangan dari GI sampai ke GH diklat PLN New sebesar :

$$V_D = I \cdot \sqrt{3} [r \cos(\phi) + x \sin(\phi)] l$$

$$V_D = 112 \text{ A} \cdot \sqrt{3} [0.125 \cos((14,0698^\circ) + 0.097 \sin(14,0698^\circ)] \times 6,5 \text{ kms}$$

$$V_D = 182,6223 \text{ V}$$

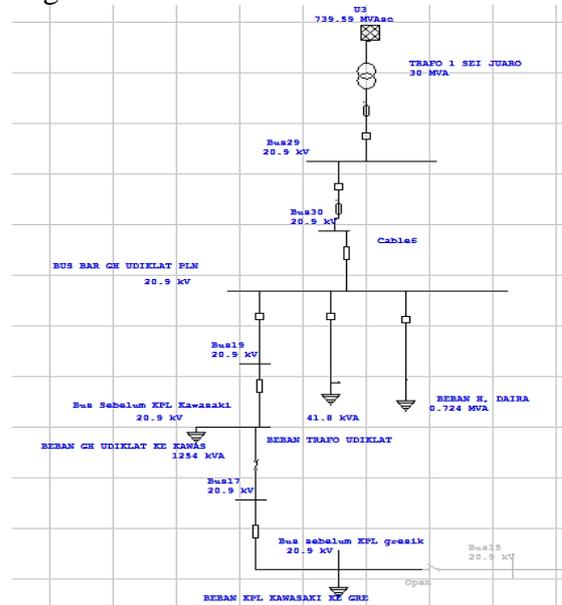
Lalu jika dipersenkan drop tegangan tersebut menjadi

$$\%V_{drop} = \frac{V_{drop}}{V_{sumber}} \times 100\%$$

$$= \frac{182,6223 \text{ volt}}{20900 \text{ volt}} \times 100\%$$

$$= 0,873\%$$

Jika menggunakan aplikasi etap dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 5 One line diagram ETAP P. Komering kondisi normal (Sumber : Olahdata, 2020)

Tabel 4 Tabel Drop tegangan P. Komering kondisi normal

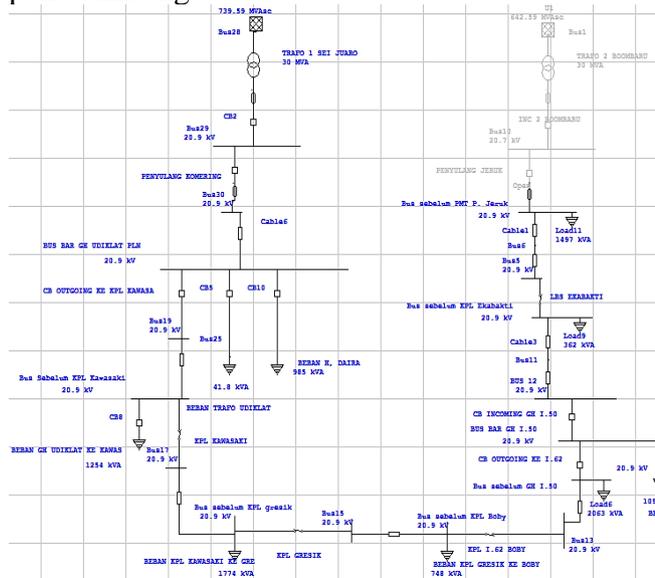
Bus	Tegangan	%Drop
Busbar GH Udiklat PLN	20679	1.06%
Bus sebelum KPL Kawasaki	20594	1.46%
Bus sebelum KPL Gresik	20584	1.51%

(Sumber : Olahdata, 2020)

Perbedaan antara perhitungan manual (182,6223 volt) dengan perhitungan etap (221 volt) hanya berbeda 0,184%. Perbedaan ini dikarenakan busbar GI atau tegangan kirim dari GI menggunakan etap di Bus 30 hanya sebesar 20.874 volt. Dikarenakan perbedan yang kecil maka untuk selanjutnya perhitungan akan menggunakan Etap 12.6.0

Setelah di rekonfigurasi, P. Komering sekarang dapat memanuver penyulang jeruk dari KPL Gresik, lalu beban P. Komering akan bertambah dari KPL Gresik sampai ke kabel tanah PMT P. Jeruk. Dikarenakan ada nya penambahan beban dan panjang penyulang maka untuk drop

tegangan P. Komerling pada saat manuver juga perlu dihitung.



Gambar 6 One line diagram ETAP P. Komerling kondisi manuver beban Penyulang Jeruk
(Sumber : Olahdata, 2020)

Tabel 5 Drop tegangan P. Komerling kondisi manuver P. Jeruk

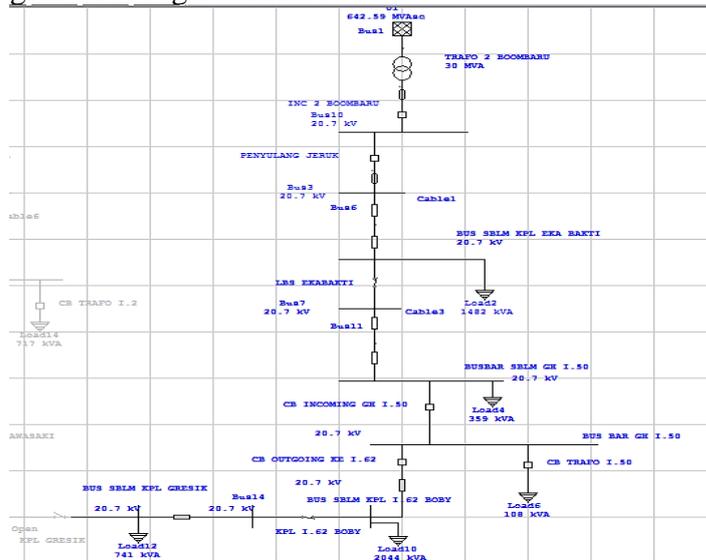
Bus	Tegangan	%Drop
Busbar GH Udiklat PLN	20388	2.45%
Bus sebelum KPL Kawasaki	20174	3.47%
Bus sebelum KPL Gresik	20139	3.64%
Bus sebelum KPL Bobby	20044	4.10%
Bus sebelum GH I.50	20031	4.16%
Bus sebelum KPL Eka bakti	20023	4.20%
Bus sebelum PMT P. Jeruk	19985	4.38%

(Sumber : Olahdata, 2020)

Dilihat dari Tabel 5 maka drop tegangan yang terjadi di P. Komerling pada manuver semua beban P. Jeruk adalah 4,38%.

- b. Drop tegangan yang terjadi di P. Jeruk pada kondisi normal dan manuver beban penuh dari P. Komerling

Jika menggunakan aplikasi etap dengan gambar sebagai berikut :



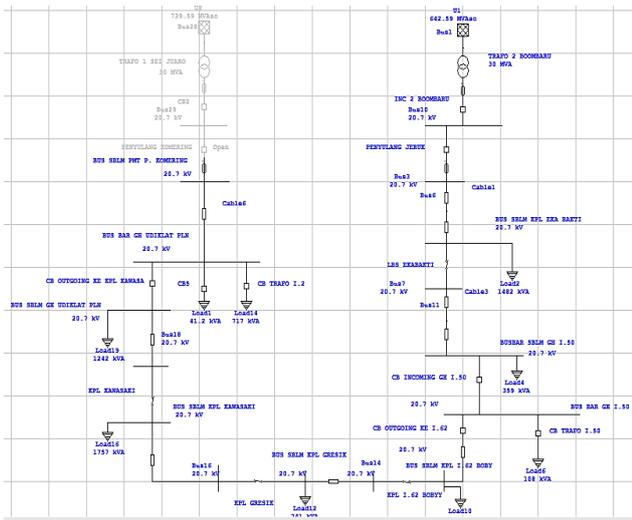
Gambar 7 One line diagram ETAP P. Jeruk kondisi normal
(Sumber : Olahdata, 2020)

Tabel 6 Drop tegangan P. Komerling kondisi normal

Bus	Tegangan	%Drop
Bus sebelum KPL Eka bakti	20425	1.33%
Bus sebelum GH I.50	20409	1.41%
Bus sebelum KPL Bobby	20398	1.46%
Bus sebelum KPL Gresik	20381	1.54%

(Sumber : Olahdata, 2020)

Setelah di rekonfigurasi, P. Jeruk sekarang dapat memmanuver penyulang komering dari KPL Gresik, lalu beban P. Jeruk akan bertambah dari KPL Gresik sampai ke kabel tanah PMT P. Komerling. Dikarenakan ada nya penambahan beban dan panjang penyulang maka untuk drop tegangan P. Jeruk pada saat manuver juga perlu dihitung. Dan jika menggunakan aplikasi etap dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 7 One line diagram ETAP P. Jeruk kondisi manuver beban Penyulang Komerling (Sumber : Olahdata, 2020)

Tabel 7 Drop tegangan P. Jeruk kondisi manuver P. Komerling

Bus	Tegangan	%Drop
Bus sebelum KPL Eka bakti	20222	2.31%
Bus sebelum GH I.50	20186	2.48%
Bus sebelum KPL Bobby	20162	2.60%
Bus sebelum KPL Gresik	20061	3.09%
Bus sebelum KPL Kawasaki	20037	3.20%
Bus sebelum GH Udiklat PLN	19977	3.49%
Bus sebelum PMT P. Komerling	19981	3.47%

(Sumber : Olahdata, 2020)

Dilihat dari tabel 4 maka drop tegangan yang terjadi di P. Jeruk pada manuver semua beban P.Komerling adalah 3.49%

Perhitungan Arus Gangguan

Dikarenakan ada perubahan topologi jaringan dan ada perubahan panjang jaringan, maka perlu dilakukan perhitungan arus gangguan agar dapat memastikan bahwa setting arus OCR dan GFR yang ada di Relai Penyulang Gardu Induk masih termasuk dalam arus setting.

1. Arus Gangguan P. Jeruk

Arus gangguan P. Jeruk yang akan dihitung adalah arus gangguan per section ketika normal dan pada proses manuver. Perhitungan arus gangguan yang dihitung adalah arus gangguan 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa ke tanah.

Tabel 8 Hasil report arus gangguan di semua bus di section P. Jeruk ketika normal dan pada saat manuver P. Komerling

BUS	3 FASA (AMPERE)			1 FASA KE TANAH (A)				2 FASA (AMPERE)			
	I ^{”k}	I _p	I _k	I ^{”k}	i _p	I _b	I _k	I ^{”k}	I _p	I _b	I _k
BUS SEBELUM KPL EKA BAKTI	3721	7927	3721	291	620	291	291	3223	6865	3223	3223
BUS SEBELUM I.50	3558	7444	3558	290	607	290	290	3081	6447	3081	3081
BUS SEBELUM KPL I.62 BOBY	3441	7119	3441	289	599	289	289	2980	6165	2980	2980
BUS SEBELUM GRESIK	2861	5623	2861	285	560	285	285	2478	4869	2478	2478
BUS SEBELUM KAWASAKI	2732	5314	2732	284	551	284	284	2366	4602	2366	2366
BUS SEBELUM GH UDIKLAT	2230	4171	2230	277	518	277	277	1931	3612	1931	1931
BUS SEBELUM PMT P. KOMERING	1881	3253	1881	266	460	266	266	1629	2817	1629	1629

(Sumber : Olahdata, 2020)

2. Arus Gangguan P. Komerling

Arus gangguan P. Komerling yang akan dihitung adalah arus gangguan per section ketika normal dan pada proses manuver. Perhitungan arus gangguan yang dihitung adalah arus gangguan 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa ke tanah.

Tabel 9 Hasil report arus gangguan di semua bus di section P. Komerling ketika normal dan pada saat manuver P. Jeruk

BUS	3 FASA (AMPERE)			1 FASA KE TANAH (A)				2 FASA (AMPERE)			
	I ^{”k}	I _p	I _k	I ^{”k}	i _p	I _b	I _k	I ^{”k}	I _p	I _b	I _k
BUSBAR GH UDIKLAT PLN	3878	7891	3878	291	592	291	291	3359	6834	3359	3359
BUS SEBELUM KPL KAWASAKI	2952	5626	2952	285	543	258	258	2557	4873	2557	2557
BUS SEBELUM KPL GRESIK	2816	5320	2816	284	536	284	284	2438	4607	2438	2438
BUS SEBELUM KPL I.62 BOBY	2411	4442	2411	279	514	279	279	2088	3847	2088	2088
BUS SEBELUM GH I.50	2355	4324	2355	278	511	278	278	2039	3745	2039	2039
BUS SEBELUM KPL EKA BAKTI	2286	4179	2286	277	507	277	277	1980	3619	1980	1980
BUS SEBELUM PMT P. JERUK	1951	3493	1951	271	486	271	271	1690	3025	1690	1690

(Sumber : Olahdata, 2020)

Perhitungan Kemampuan Daya Trafo

Perhitungan kemampuan daya trafo juga dibutuhkan agar dapat memastikan bahwa Trafo 1 GI Sei Juaro dan Trafo 2 GI Boom baru tidak overload jika P. Komerling dan P. Jeruk pada kondisi normal (ujung kedua penyulang di

KPL Gresik) dan manuver penuh (saling backup satu sama lain).

Tabel 10 Beban puncak siang dan malam maksimal dari 2 bulan

NAMA	MAX BEBAN SIANG	MAX BEBAN MALAM
JERUK	132 A	91 A
KOMERING	99 A	112 A
TRAFO 2 GI BOOM BARU	511 A	330 A
TRAFO 1 GI SEI JUARO	428 A	330 A

(Sumber : PT. PLN ULP RIVAI UP2D)

- Trafo GI Sei Juaro

Jika pada saat beban puncak siang terjadi proses manuver dari P. Jeruk (beban 132A) ke P. Komerling maka beban P. Komerling berubah menjadi 231 A dan beban trafo 1 GI Sei juaro menjadi 560A sehingga daya semu yang terpakai untuk Trafo 1 GI Sei Juaro adalah

$$S_{\text{trafo 1 GI Sei Juaro}} = I \times \sqrt{3} \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 1 GI Sei Juaro}} = 560 \times \sqrt{3} \times 20.900 \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 1 GI Sei Juaro}} = 20271922,7 \text{ VA} / 20,271922 \text{ MVA}$$

%beban trafo

$$= \frac{\text{MVA Trafo yang terpakai}}{\text{MVA Trafo yang terpasang}} \times 100 \%$$

$$\% \text{beban trafo} = \frac{20,271922 \text{ MVA}}{30 \text{ MVA}} \times 100 \%$$

$$= 67,57\%$$

Jika pada saat beban puncak malam terjadi proses manuver dari P. Jeruk (Beban 91A) ke P. Komerling maka beban P. Komerling berubah menjadi 203 A dan beban trafo 1 GI Sei juaro menjadi 421A sehingga daya semu yang terpakai untuk Trafo 1 GI Sei Juaro adalah

$$S_{\text{trafo 1 GI Sei Juaro}} = I \times \sqrt{3} \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 1 GI Sei Juaro}} = 421 \times \sqrt{3} \times 20.900 \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 1 GI Sei Juaro}} = 15240141,8 \text{ VA} / 15,240142 \text{ MVA}$$

%beban trafo

$$= \frac{\text{MVA Trafo yang terpakai}}{\text{MVA Trafo yang terpasang}} \times 100 \%$$

$$\% \text{beban trafo} = \frac{15,240142 \text{ MVA}}{30 \text{ MVA}} \times 100 \%$$

$$= 50,8\%$$

- Trafo GI Sei Juaro

Jika pada saat beban puncak siang terjadi proses manuver dari P. Komerling (beban 99A) ke P. Jeruk maka beban P. Jeruk berubah menjadi 231 A dan beban trafo 2 GI Boom baru menjadi

610A sehingga daya semu yang terpakai untuk Trafo 2 GI Boom baru adalah

$$S_{\text{trafo 2 GI boom baru}} = I \times \sqrt{3} \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 2 GI Boom baru}} = 610 \times \sqrt{3} \times 20.700 \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 2 GI Boom baru}} = 21870605,5 \text{ VA} / 21,870606 \text{ MVA}$$

%beban trafo

$$= \frac{\text{MVA Trafo yang terpakai}}{\text{MVA Trafo yang terpasang}} \times 100 \%$$

$$\% \text{beban trafo} = \frac{21,870606 \text{ MVA}}{30 \text{ MVA}} \times 100 \%$$

$$= 72,90\%$$

Jika pada saat beban puncak malam terjadi proses manuver dari P. Komerling (beban 112A) ke P. Jeruk maka beban P. Jeruk berubah menjadi 203 A dan beban trafo 2 GI Boom baru menjadi 442A sehingga daya semu yang terpakai untuk Trafo 2 GI Boom baru adalah

$$S_{\text{trafo 2 GI boom baru}} = I \times \sqrt{3} \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 2 GI Boom baru}} = 442 \times \sqrt{3} \times 20.700 \text{ V}$$

$$S_{\text{trafo 2 GI Boom baru}} = 15847225,6 \text{ VA} / 15,8472257 \text{ MVA}$$

%beban trafo

$$= \frac{\text{MVA Trafo yang terpakai}}{\text{MVA Trafo yang terpasang}} \times 100 \%$$

$$\% \text{beban trafo} = \frac{15,8472257 \text{ MVA}}{30 \text{ MVA}} \times 100 \%$$

$$= 52,82\%$$

ANALISA

Analisa Drop Tegangan

Dari hasil perhitungan dan data etap pada tabel 5, drop tegangan P. Jeruk pada kondisi normal (beban sampai KPL Gresik) masih dalam kondisi normal dan masih dalam kategori SPLN untuk tegangan TM kondisi dengan STB (Sadapan Tanpa beban Trafo Distribusi) 5%. drop tegangan yang terbesar terjadi di bus sebelum KPL Gresik yaitu sebesar 1,54% tetapi masih dalam kategori di bolehkan dari SPLN 72:1987. Pada kondisi P. Jeruk memaanuver semua jaringan P. Komerling (ujung di PMT P. Komerling) dapat dilihat pada tabel 6 dimana drop tegangan yang terjadi masih dalam kategori diperbolehkan karena masih dibawah 5% dan Drop tegangan terbesar yang terjadi di Bus sebelum GH Udiklat PLN adalah 3,49%.

Pada kondisi P. Komerling memaanuver ver semua jaringan P. Jeruk (ujung di PMT P. Jeruk) dapat dilihat pada tabel 4.6 dimana drop tegangan yang terjadi masih dalam kategori di perbolehkan karena masih dibawah 5% karena Drop tegangan terkecil yang terjadi di busbar GH Udiklat PLN sebesar 2,45%, dan Drop tegangan terbesar terjadi di PMT P. Jeruk sebesar 4,38% dan masih dibawah 5% (SPLN 72:1987). Ini dinilai lebih baik dikarenakan sebelum rekonfigurasi PF pada P. Komerling bernilai 0.85% dan untuk tegangan pada ujung sekup hanya 19918 volt atau 4,7% dropnya, lalu jika ada manuver dari KPL gresik dan KPL Bobby maka tegangan ujung di GH I.50 hanya 19576 volt atau 6,33% dropnya sudah melebihi SPLN 72:1987

Analisa Sistem Proteksi

Jika mengambil data arus gangguan paling kecil pada saat normal yaitu di bus sebelum KPL Gresik maka dipastikan relay bekerja dan memerintahkan CB Penyulang Komerling untuk open karena masih lebih besar dari pada settingan. Begitu juga jika mengambil arus gangguan paling kecil pada saat manuver yaitu bus sebelum PMT P. Jeruk maka relay masih bekerja dan memerintahkan CB Penyulang penyulang komering untuk open karena masih lebih besar dari pada settingan tetapi hanya bekerja sebagai gangguan overcurrent dan ground fault instan saja. Berbeda dengan kondisi eksisting dimana arus gangguan yang terjadi di penyulang Komerling sebelum rekonfigurasi mempunyai arus gangguan terkecil dimana untuk arus gangguan 3 fasa sebesar 3063A, arus gangguan 1 fasa sebesar 281A dan arus gangguan 2 fasa sebesar 2653A. Dengan arus gangguan sebesar itu maka relay masih bekerja dan memerintahkan CB Penyulang penyulang komering untuk open karena masih lebih besar dari pada settingan tetapi hanya bekerja sebagai gangguan overcurrent instan dan ground fault instan.

Analisa Kemampuan Daya Trafo

Dari data perhitungan, Kemampuan daya TD 1 GI Sei Juara ketika proses manuver paling tinggi di beban puncak siang terpakai adalah 20,271922 MVA atau sekitar 67,57%. Dari hasil yang terlihat, trafo GI Sei juara masih mampu untuk memaanuver penuh P. Jeruk dan

untuk beban puncak siang dalam kategori pembebanan trafo yang efektif.

Dari data perhitungan, Kemampuan daya TD 2 GI Boom ketika proses manuver paling tinggi di beban puncak siang terpakai adalah 21,870606 MVA atau sekitar 72,90%. Dari hasil yang terlihat, trafo GI Boom baru masih mampu untuk memaanuver penuh P. Komerling dan untuk beban puncak siang dalam kategori pembebanan trafo yang efektif.

Dari data kemampuan daya trafo eksisting terlihat bahwa untuk Trafo 2 GI Boom baru ketika adanya proses manuver tertinggi terjadi pada saat beban puncak siang daya yang terpakai adalah 16,9945361 MVA atau sekitar 56,64% dari 30MVA (Daya total). Dari hasil yang terlihat, trafo GI Boom baru kondisi eksisting masih mampu untuk memaanuver penuh P. Komerling tetapi tidak tergolong kategori pembebanan trafo yang efektif.

SIMPULAN

1. Pada kondisi normal ataupun dimanuver P. Jeruk dan P. Komerling, drop tegangan untuk penyulang Jeruk drop tegangan terbesar terjadi sebesar 3,49% dan untuk Penyulang Komerling drop tegangan terbesar terjadi sebesar 4,38%. Nilai tersebut tidak melebihi Drop Tegangan SPLN 72:1987 sebesar 5%.
2. Arus gangguan yang terjadi di P. Komerling terkecil saja bernilai 1951A untuk 3 fasa, 271A untuk netral dan 1690A untuk 2 fasa dan untuk arus gangguan yang terjadi di P. Jeruk terkecil bernilai 1881A untuk 3 fasa, 266A untuk netral dan 1626A untuk 2 fasa. Dikarenakan arus gangguan yang terjadi masih lebih besar dari arus settingan OCR dan GFR maka Relay masih akan bekerja dengan membuka CB Penyulang.
3. Untuk daya terpakai Trafo 1 GI Sei juara tertinggi setelah rekonfigurasi adalah 20,271922 MVA atau sekitar 67,57% dari 30MVA dan untuk daya terpakai Trafo 2 GI Boom baru tertinggi setelah rekonfigurasi adalah 21,870606 MVA atau sekitar 72,90% dari 30MVA. Dari hasil yang didapatkan, trafo eksisting masih mampu menopang beban penyulang masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Mismail, Budiono, “Analisa Sistem Tenaga”,
Malang:Lembaga Penerbitan Universitas
Brawijaya Malang. 1983
- Noor, Syamsudin. (2014).Efisiensi Pemakaian
Daya Listrik Menggunakan Kapasitor
Bank. Available
:<https://media.neliti.com/media/publications/126717-ID-efisiensi-pemakaian-daya-listrik-menggun.pdf>
- PT. PLN (persero), *Koordinasi Proteksi Sistem
Distribusi*, Buku Diklat
- PT. PLN (persero), *Standar Konstruksi
Jaringan Tegangan Menengah Tenaga
Listrik*, buku 5, Lampiran Direksi PT. PLN
(Persero), 2010.
- Ramadhan, Gilang., Basir, Yuslan., & Utari,
Dyah. (2020). Penerapan Over Current
Relay (OCR) Kopel 20 kV di Gardu Induk
Boom Baru. Available : <http://univ-tridinanti.ac.id/ejournal/index.php/teknik>
- Suhadi. “Teknik Distribusi Tenaga Listrik” (3rd
ed.). Jakarta : Buku Sekolah Elektronik,
2008.
- Suprianto. (2018). Analisa Tegangan Jatuh
Pada Jaringan Distribusi 20kV PT. PLN
Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu.
Available
:<https://docplayer.info/94237145-Analisa-tegangan-jatuh-pada-jaringan-distribusi-20-kv-pt-pln-area-rantau-prapat-rayon-aek-kota-batu.html>
- Tanjung, Abrar. (2014). Rekonfigurasi Sistem
Distribusi 20kV Gardu Induk Teluk Lembu
dan PLTMG Langgam Power Untuk
Mengurangi Rugi Daya dan Drop
Tegangan. Available :
<http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/743>
- Wahyudin, Sarimun, “Proteksi Sistem
Distribusi Tenaga Listrik”, Jakarta
Barat:Garamond. 2016