

## REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK MENDUKUNG PERBAIKAN SUSUT TEKNIK DI ULP BANGKO

<sup>1</sup>Heru Fajar Kurniawan, <sup>2</sup>Devit Rahmawati  
<sup>1</sup>PLN ULP Bangko, <sup>2</sup>Universitas Muara Bungo  
[herufajar@gmail.com](mailto:herufajar@gmail.com), [deviteriafiqrara@gmail.com](mailto:deviteriafiqrara@gmail.com)

### ABSTRAK

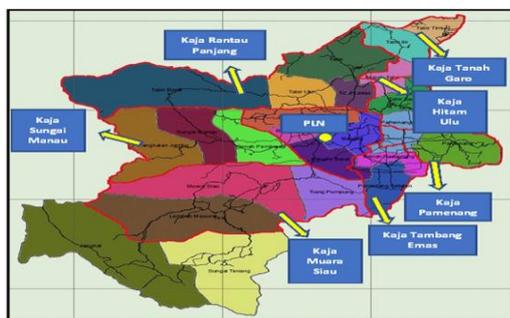
Perkembangan kebutuhan akan tenaga listrik saat ini demikian pesatnya, baik untuk keperluan rumah tangga, sosial, usaha, perhotelan, gedung, pemerintah dan terutama industri. Susut Distribusi adalah salah satu indikator kinerja utama PT PLN (Persero) Susut dibagi menjadi dua yaitu susut teknis dan non teknis. Selama ini langkah perbaikan susut lebih terfokus pada susut non teknis saja. Untuk itu perlu dilakukan upaya-upaya perbaikan di sisi teknis. PLN ULP Bangko sebagai salah satu unit dengan pertumbuhan pelanggan yang cukup tinggi dihadapkan dengan tantangan untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan melalui kegiatan pembangunan penyulang baru guna untuk memperbaiki kinerja pelayanan mutu tegangan dan penurunan susut distribusi.

Kata kunci: *Susut Distribusi, Perbaikan Tegangan.*

### PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) merupakan suatu perusahaan penyedia tenaga listrik yang berorientasi terhadap kepuasan pelanggan, anggota perusahaan dan pemegang saham. PT PLN (Persero) menjadi salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang jasa kelistrikan, di tuntut untuk menyediakan tenaga listrik sampai ke pelosok desa. Tantangan yang sekarang dihadapi oleh PT PLN (Persero) adalah susut distribusi dan drop tegangan.

PT. PLN (Persero) ULP Bangko melayani Kabupaten Merangin yang terbagi menjadi 24 kecamatan. Total pelanggan PT. PLN (Persero) ULP Bangko pada bulan Agustus sebesar 87.768 pelanggan.



Gambar 1

Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Bangko  
Pada kinerja unit PT

Pada PLN (Persero) ULP Bangko terdapat *indicator* kinerja Susut Distribusi Tanpa *E-min* dengan poin yang cukup besar Susut Distribusi Tanpa *E-min* yaitu sebesar 6 poin. Pada pencapaian untuk Indikator Susut Distribusi Tanpa *E-min* dengan pencapaian sebesar 97 % dengan poin 5,79.

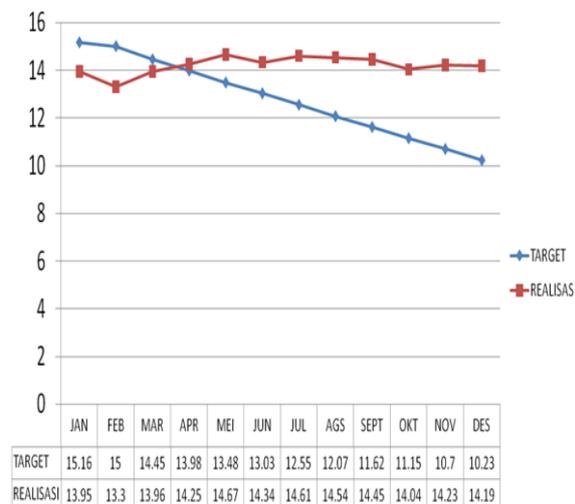
II Perspektif Efektivitas Produk dan Proses		28,00					25,69
I Susut Jaringan tanpa E-Min	↓ %	6,00	12,46	14,61	15,11	97%	5,79

Tabel 1

Kinerja Prespektif Produk dan Proses PT. PLN (Persero) ULP Bangko

### Data Susut ULP Bangko

Susut terbagi atas dua kategori, yaitu susut teknis dan susut non teknis. Susut teknis disebabkan oleh hilangnya energi listrik pada saat penyaluran, mulai dari pembangkitan hingga ke pelanggan karena berubah menjadi panas. Susut non teknis yaitu hilangnya energi listrik yang dikonsumsi pelanggan maupun non pelanggan karena tidak tercatat dalam penjualan. Susut berpengaruh pada pendapatan rupiah dari pelanggan. Semakin besar susut, semakin besar kerugian yang dialami perusahaan, dan sebaliknya, semakin kecil susut, maka semakin efisien kinerja perusahaan dan semakin besar laba yang diperoleh perusahaan.



Gambar 2  
Susut ULP Bangko

### Pertimbangan Rekonfigurasi Jaringan Distribusi

Dari grafik pencapaian susut distribusi di atas dapat di ketahui bahwa tren susut distribusi mengalami kenaikan. Karena itu perlu dilakukan tindakan yg lebih optimal

NO	GARDU INDUK / PENYULANG	KAP	BEBAN PUNCAK										
			Siang				Malam						
			Amp	Teg	MW	%	Amp	Teg	MW	%			
1	GI BANGKO												
1	Trafo 1- 30 MVA/150-20 KV	30	222	21.1	7.50		288	21.0	9.80	36.30%			
	1 FL MANGGA		86		2.63		124		3.77				
	2 FL MELON		97		1.15		42		1.28				
	3 FL MARKISA		120		3.65		150		4.57				
	4 FL SEMANGKA		337		10.31		384		11.63				
2	Trafo 2- 60 MVA/150-20 KV	60	640	21.0	21.20		734	32.0	24.70				
	1 FS STROEBERRY		182		5.53		184		6.38				
	2 FL PERSIK		160		4.85		178		6.17				

Tabel 2

Beban Penyulang PT. PLN (Persero) ULP Bangko

Dari tabel diatas didapat kesimpulan bahwa terdapat satu penyulang yang pembebanannya melebihi 200 A yaitu penyulang F4 Semangka, maka penyulang tersebut diperlukan pecah beban penyulang sebagai upaya penurunan susut dan peningkatan layanan kepada pelanggan. Satu set yang ketiga adalah *reheater side flue gas adjustment damper* dengan suhu  $\leq 460^{\circ}\text{C}$  dan material bingkai *damper* adalah 15CrMo. Dan set yang terakhir adalah *superheater* (suhu rendah) *side flue gas adjustment damper* dengan suhu  $\leq 460^{\circ}\text{C}$  dan material bingkai *damper* adalah 15CrMo. Dua *aktuator* dipasang disetiap *damper* dan nilai *torsi aktuator* adalah 6000N.m.

Karakteristik Penyesuaian dari *Flue Gas Damper*:

1. Pada Pengaturan suhu *reheated steam* dengan *damper*, ada beberapa derajat *hyteresis* alami. Pada umumnya, suhu *reheated steam* mulai berubah 1.5 menit setelah *damper* dioperasikan, dan akan stabil setelah 10 menit.
2. Kisaran penyesuaian suhu untuk suhu *outlet reheater* lebih dari  $40^{\circ}\text{C}$ .
3. Disarankan untuk memperbaiki derajat bukaan pada *reheater damper* 50% dan hanya menyesuaikan *damper* pada bagian *superheater*.
4. Penyesuaian *damper flue gas* juga dapat menggunakan regulasi sinkronisasi saluran ganda *flue gas*. Ketika beban (*load*) berubah dari tinggi ke rendah, diperlukan untuk menyesuaikan suhu *reheated steam*, menaikkan *damper* di *reheater*, dan menurunkan *damper* di *superheater*.

### TINJAUAN PUSTAKA Susut Distribusi

Dalam proses penyaluran tenaga listrik ke para pelanggan (dimulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi) terjadi rugi-rugi teknis (*losses*) yaitu rugi daya dan rugi energi. Rugi teknis adalah pada penghantar saluran, adanya tahanan dari penghantar yang dialiri arus sehingga timbullah rugi teknis (*I<sup>2</sup>R*) pada jaringan tersebut. Misalnya pada mesin-mesin listrik seperti generator, trafo dan sebagainya, adanya histerisis dan arus pusar pada besi dan belitan yang dialiri arus sehingga menimbulkan rugi teknis pada peralatan tersebut.

Rugi teknis pada sistem distribusi merupakan penjumlahan dari *I<sup>2</sup>R* atau rugi tahanan dan dapat dengan mudah diketahui bila arus puncaknya diketahui. Rugi taknis dari jaringan tenaga listrik tergantung dari macam pembebanan pada saluran tersebut (beban merata, terpusat).

Susut energi sangat berpengaruh besar terhadap faktor ekonomis. Rugi-rugi energi dapat berarti pemborosan biaya produksi listrik. Penyaluran energi listrik ini harus diusahakan seefisien mungkin sehingga akan mengurangi biaya produksi energi listrik yang disalurkan. Hal ini dapat berarti penghematan energi listrik

sehingga jika kelebihan pasokan energi listrik dapat disalurkan ke wilayah lain yang kekurangan pasokan energi listrik melalui sistem interkoneksi.

### Penyebab Susut Distribusi

Susut Distribusi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti Beban penyulang yg besar, jauhnya daerah penyaluran tenaga listrik dari sumber atau suplai, *voltage drop*, ketidak seimbangan beban, umur peralatan, diameter penghantar dan lain-lain. Bila susut terlalu besar, sistem penyaluran energi listrik menjadi tidak efisien.

### METODE PENELITIAN

1. Studi literatur  
menelaah, menggali, serta mengkaji teori-teori yang mendukung dalam pemecahan masalah yang diteliti. Studi literatur pun dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diinginkan.
2. Observasi  
mengumpulkan data-datayang diperlukan untuk penelitian dari lapangan. Data-data tersebut didapat dari hasil *real time* dari PT. PLN (Persero) UP3 Muara Bungo ULP Bangko.
3. Diskusi  
konsultasi di PT. PLN(Persero) UP3 Muara Bungo ULP Bangko dan pihak-pihak lain yang dapat membantu terlaksananya penelitian ini.
4. Program ETAP  
Analisa susut tegangan menggunakan simulasi program ETAP untuk mengetahui nilai susut tegangan yang terjadi pada penyulang
5. Dumentasi (Dokumentation)  
penyimpanan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian, baik berupa data-data kinerja jaringan PLN UP3 Muara Bungo ULP Bangko yang berisi refensi mengenai penyebab berupa foto-foto pendukung.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Persiapan dan Inisiasi

Dari hasil pemetaan masalah dan matrik prioritas yang telah dibuat, pada *project assignment* ini akan dilakukan upaya penurunan susut distribusi dari sisi teknis yaitu rekonfigurasi Jaringan Distribusi untuk

perbaiki susut teknis dengan pecah beban penyulang. Pemilihan lokasi pelaksanaan perbaikan ini kita pilih dengan melakukan observasi lapangan secara inspeksi visual dan Analisa Data .

Judul Inisiatif : Rekonfigurasi Jaringan Distribusi untuk mendukung perbaikan susut teknik		Departemen / Bagian : PT PLN (Persero) UIW S2IB UP3 Muara Bungo ULP Bangko	
Deskripsi Jatuh tegangan merupakan besaran yang hilang pada saat penghantar. Jatuh tegangan pada saluran yang digunakan berbanding lurus dengan panjang dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Standar Pelayanan PLN mengacu SPLN 72 tahun 1987 tentang spesifikasi Desain Untuk ITM dan JTR perihal kriteria drop tegangan yang di perbolehkan sebesar 5 persen. Sebagai upaya untuk peningkatan pelayanan pelayanan dan perbaikan di sisi teknik maka perlu dilakukan rekonfigurasi jaringan distribusi.			
Latar Belakang - Susut Teknik Rayon Bangko 13,01 % - Drop Tegangan >10% - Beban penyulang > 200 A - Penyulang Baru Belum Beroperasi - Terkendala pembangunan Jaringan		Rincian Tindakan - Pembangunan Three Build dan SKTM - Rekonfigurasi Jaringan Distribusi	
KPI Yang Terpengaruh	Kemudahan Implementasi	Kecuntungan / Dampak	Biaya
Susut	Sedang	Sangat Berdampak	0
Pengesahan Atasan Inisiator / Mentor :		Inisiator / Talent :	
(Ridwan Adam)		(Heru Fajar Kurniawan)	

Tabel 3  
Bagan Inisiatif Perbaikan

### Tahap Development Perencanaan Kegiatan

Tahap *development* ini diawali dengan melakukan konsolidasi dengan bagian teknik dan transaksi energi beserta para *Manager* Bidang Area. Konsolidasi dilakukan melalui *Forum Group Discussion* (FGD) antar bidang untuk dilakukan koordinasi serta perencanaan kegiatan guna mencapai hasil yang diharapkan. Dalam FGD ini diawali dengan mempelajari single line diagram jaringan distribusi Rayon Bangko. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui titik lokasi beban yang akan dimanufer dan menentukan rencana kegiatan guna percepatan pengoperasian penyulang baru untuk pecah beban penyulang. Dan kendala kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan pembangunan penyulang baru guna mencari solusi untuk kendala tersebut, adapun kendala yang di hadapi adalah pembangunan SKTM yg ada di pasar rakyat dan pembangunan jaringan lokasi hutan kota bukit tiung.



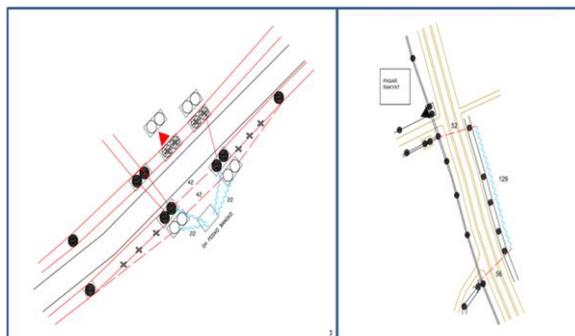
Gambar 3  
Lokasi Bermasalah Hutan Kota Bukit Tiung



Gambar 4  
Lokasi Bermasalah Pasar Rakyat

### Gambar Teknis dan RAB

Setelah melakukan konsolidasi, tahapan selanjutnya ialah melengkapi rencana kegiatan tersebut dengan membuat gambar rencana rekonfigurasi jaringan dan menghitung kebutuhan material serta membuat rencana anggaran biaya pekerjaan yang akan dilakukan tersebut.



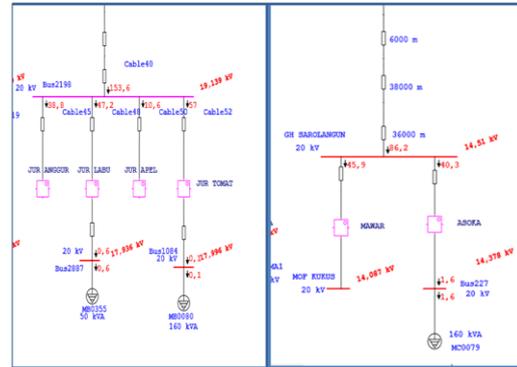
Gambar 5  
Gambar Rencana Pekerjaan

### Analisa Etap

Setelah dilakukan perhitungan anggaran biaya dan gambar pekerjaan maka di lakukan analisa perhitungan pecah beban penyulang dengan aplikasi Etap.

#### 1. Analisa Etap Sebelum Rekonfigurasi Penyulang

Tegangan ujung Penyulang pada jurusan mawar, jurusan labu dan jurusan tomat sebelum di manuver ke penyulang baru.



Gambar 6  
Simulasi Etap Tegangan Ujung Sebelum Rekonfigurasi Jaringan Distribusi

Dari hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi Etap tegangan ujung Jurusan Mawar 14,087 KV Jurusan Labu 17,936 KV dan Jurusan Tomat 17,996 KV.

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND				
	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (Swing Buses):	5.406	3.647	6.521	82.90 Lagging
Source (Non-Swing Buses):	0.000	0.000	0.000	
Total Demand:	5.406	3.647	6.521	82.90 Lagging
Total Motor Load:	0.335	0.208	0.394	85.00 Lagging
Total Static Load:	4.498	2.788	5.292	85.00 Lagging
Total Constant I Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Generic Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses:	0.373	0.631		
System Mismatch:	0.000	0.000		
Number of Iterations: 4				

Tabel 4  
Simulasi Etap Losses Sebelum Trafo 1

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND				
	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (Swing Buses):	9.989	5.963	11.634	85.87 Lagging
Source (Non-Swing Buses):	0.000	0.000	0.000	
Total Demand:	9.989	5.963	11.634	85.87 Lagging
Total Motor Load:	0.540	0.335	0.636	85.00 Lagging
Total Static Load:	9.080	5.628	10.683	85.00 Lagging
Total Constant I Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Generic Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses:	0.369	0.000		
System Mismatch:	0.000	0.000		
Number of Iterations: 2				

Tabel 5  
Simulasi Etap Losses Sebelum Trafo 2

Pada Resume analisa *load flow summary* aplikasi Etap, besaran susut jaringan distribusi sebelum dilakukan manufer beban ke penyulang baru untuk trafo 1 sebesar 0,537 dan



SKTM, dan koneksi penyulang baru serta jurusan tomat.

### 1. Pemasangan Kubikel

Kubikel adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung, pelindung, pengontrol dan proteksi system penyaluran tenaga listrik ke pusat beban. Lokasi penambahan kubikel berada di GH Posko Pulau Rayo dengan penambahan satu kubikel *in coming* dan satu kubikel *out going*.



Gambar 9  
Pemasangan Kubikel

### 2. Pembangunan konstruksi KOI

Konstruksi KOI di gunakan pada jaringan distribusi pada tiang awal pada Gardu Induk maupun Gardu hubung dengan konstruksi tiang *double* dengan *traves* segi empat, konstruksi KOI lebih kokoh karena menopang kabel SKTM penghubung dari Gardu Hubung ke jaringan. Pemasangan konstruksi KOI sendiri di pasang di lokasi GH Posko satu sebagai *in coming* dan satu lagi sebagai *out going* di jaringan.



Gambar 10  
Pembangunan Konstruksi KOI

### 3. Pembangunan Kabel Tanah

Kabel merupakan media penghantar listrik yang paling aman. Proses instalasi kabel tidak boleh dilakukan asal asalan. Terdapat beberapa aturan mengenai tata cara pemasangan kabel yang tepat. Tujuannya untuk menjamin keamanan kabel tersebut, membuat usia pakainya awet, serta memudahkan pekerja dalam melakukan perbaikan instalasi kabel di masa yang akan datang. Selain itu faktor estetika dengan memasang kabel secara rapi juga penting untuk di perhatikan. Untuk pemasangan kabel tanah sendiri di pasang pada lokasi GH Posko dan pada jaringan sesudah Three Build Cros Pasar Rakyat. Untuk pekerjaan ini di mulai dengan membuat alur galian kabel. Alur galian kabel memiliki spesifikasi yaitu kedalaman 60 cm lebar 40 cm, setelah kabel di bentang dalam alur untuk penimbunan awal pada kabel menggunakan pasir diatasnya di lindungi dengan batu bata selanjutnya di timbun dengan tanah. Pada ujung- ujung kabel tersebut di lakukan terminasi sebelum di sambung ke jaringan dan kubikel.



Gambar 10  
Pembangunan Kabel Tanah

4. Koneksi Penyulang Baru dan Jurusan Tomat Setelah pekerjaan pemasangan kubikel, Konstruksi KOOI dan pemasangan kabel tanah selesai, maka dilakukan koneksi penyulang baru (*Obeliks*) dan Jurusan Tomat guna, guna pecah beban penyulang.



Gambar 11  
Koneksi Penyulang Baru

5. Evaluasi

Tahap terakhir dari penyusunan tugas akhir adalah melakukan evaluasi dari pekerjaan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini akan dilakukan perhitungan perbaikan susut yang terjadi. Perhitungan menggunakan hasil pengukuran tegangan ujung sebelum dan sesudah. Pada tabel 8 diperlihatkan bagaimana hasil perbaikan yang didapat dengan dengan membandingkan susut pada saat sebelum dan sesudah rekonfigurasi jaringan distribusi.

NO	URAIAN PEKERJAAN	TEGANGAN		BEBAN		SUSUT		
		GI	UJUNG	V DROP	A	KW	JAM	KWH
<b>SEBELUM</b>								
1	Penyulang Semangka							
	Jurusan Labu WBP	21	17,70	3,30	345	406,73	3	1.220,38
	Jurusan Labu LWBP	21	17,80	3,20	319	323,68	21	6.797,28
	Jurusan Tomat WBP	21	17,2	3,80	123	397,29	3	1.191,87
	Jurusan Tomat LWBP	21	17,8	3,20	73,00	198,56	21	4.169,76
	Jurusan Mawar WBP	21	16	5,00	35,00	148,75	3	446,25
	Jurusan Mawar LWBP	21	16,5	4,50	23,00	87,975	21	1.847,48
	Total				518,00			13.825,34
<b>SESUDAH</b>								
2	Penyulang Semangka							
	Jurusan Labu WBP	21	19,50	1,50	87,00	310,93	3	332,78
	Jurusan Labu LWBP	21	19,80	1,20	56,00	52,12	21	1.199,52
	Jurusan Tomat WBP	21	19,6	1,40	123	146,37	3	439,31
	Jurusan Tomat LWBP	21	20,1	0,90	73,00	55,845	21	1.172,75
	Penyulang Obeliks							
	Jurusan Mawar WBP	21	18	3,00	93,00	237,15	3	711,45
	Jurusan Mawar LWBP	21	18,5	2,50	86,00	182,75	21	3.837,75
	Total				518,00			7.693,35
	Saving kWh/hari							6.131,99
	Saving kWh/Bulan							183.959,55

$$\text{Susut kWh} = \text{Vdrop} \times I \text{ Jurusan} \times \text{Cos } \phi \times t$$

Tabel 8  
Perbandingan Susut

Dari table diatas terlihat bahwa terjadi penurunan susut sebesar 183.959,55 kWh perbulan.

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAVING	Rp/KWH	TOTAL PER TAHUN
		KWH		
1	RUPIAH YANG DISELAMATKAN HASIL PERBAIKAN	183.960	1.248	229.581.518,40
2	RAB REKONFIGURASI PENYULANG			115.575.554,00
<b>HASIL YANG AKAN DI RAIH</b>				<b>0,5</b>
<i>Tahun Modal Akan Kembali</i>				

Tabel 9  
Perhitungan Saving Pekerjaan

Dari Tabel 9 diatas terlihat hasil saving yang didapat dari perbaikan yang dilakukan. Untuk saving kWh yang didapat dalam periode satu bulan sebesar 183.960 kWh setara Rp. 269,581,518.40. Biaya pekerjaan dihitung berdasarkan material yang digunakan dan jasa. Material yang digunakan terlihat pada lampiran material. Dengan demikian pada 0,5bulan modal sudah dapat kembali dan bulan selanjutnya sudah bisa mendapatkan saving dari perkerjaan rekonstruksi jaringan distribusi tersebut.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Dari pekerjaan rekonfigurasi jaringan distribusi didapatkan *saving* kWh sebesar 183.960 perbulan. Tegangan pelayanan mengalami kenaikan  $\pm 1,8$  sd 2,4 KV. Rekonfigurasi jaringan distribusi memiliki dampak yang besar terhadap susut JTM sebesar 13 % (dari formula jogja) atau sebesar 183.959,55 kWhper bulan, serta saving rupiah sebesar Rp. 269,581,518.40 / bulan.

### Saran

Percepatan penyelesaian pekerjaan investasi dalam upaya penurunan susut dan perbaikan tegangan baik di sisi JTM maupun JTR sangat berdampak terhadap penurunan susut secara teknis dan memberikan effort yang maksimal terhadap pencapaian kinerja susut distribusi.

## DAFTAR PUSTAKA

- PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 5 tentang StandarKonstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 605.K/DIR/2010

Dhimas, P. H. 2014. *Pemanfaatan Software ETAP Power Station 4.0.0 untuk Mengalalisis Aliran Daya Listrik*

Kelompok Kerja Standar Kontruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. *Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. Jakarta : PT. PLN(Persero)

Ramadhianto, Danang, 2008. *Studi susut energi pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik Melalui Analisis Pengukuran dan Perhitungan*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia

SPLN 72. 1987. *Spesifikasi desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.

<https://adienaruto.wordpress.com/just-know/etap-electric-transient-analysis-program/>

Standard Nasional Indonesia (SNI 04-0225-2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Badan Standarisasi Nasional BSN