

# Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

JURNAL  
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 5

NOMOR 2

HAL.: 85 - 172

JULI 2017

# JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

## FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 5 No. 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

Juli 2017

### DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KAJIAN PREFERENSI PENGGUNA JASA ANGKUTAN DARAT UNTUK PINDAH KE ANGKUTAN LAUT (Studi Kasus: Truk Angkutan Barang Jawa – Sumatera)</b> <i>Hariman Al Faritzie (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	85 – 93
<b>EVALUASI TINGKAT KECACATAN KEMASAN PUPUK DENGAN METODE SIX SIGMA</b> <i>Devie Oktarini, Irnanda Pratiwi, Selvia Aprilyanti (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	94 – 100
<b>ANALISA PENGGUNAAN KAWAT ELEKTRODA E 7016 UNTUK PENGELASAN OKSIASETILEN PADA BAJA ST45</b> <i>Bahrul Ilmi (Dosen Tek. Mesin Universitas IBA).....</i>	101 – 108
<b>ANALISA RUGI DAYA SALURAN PADA PENYULANG ARWANA SEBELUM DAN SETELAH PERBAIKAN MENGGUNAKAN ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSIS PROGRAM (ETAP) 7.5.0 DI PT. PLN (PERSERO) AREA PALEMBANG</b> <i>Redho Hermawan, Dyah Utari Yusa Wardhani (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	109 – 118
<b>PERHITUNGAN WAKTU PENJADWALAN PEMBUATAN LORI ( Studi Kasus di PT S.A.U )</b> <i>Hermanto M.Z., Togar Partai Oloan, Herman Ahmad (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	119 – 126
<b>PENGARUH CAMPURAN AIR HUJAN DAN BAKING SODA TERHADAP GAS BUANG MOTOR BAKAR HONDA SUPRA FIT 100 CC</b> <i>Muhammad Amin Fauzie, Sukarmansyah, Iswahyudi (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	127 – 139
<b>ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK LENTUR CAMPURAN BETON DENGAN PENAMBAHAN RANTING BAMBU</b> <i>Ilmas Sulistyro Rofii, Indra S. Fuad, Wartini, Yules Pramona Z. (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	140 – 145
<b>SISTEM LEMARI PENDINGIN SAYURAN SEDERHANA DENGAN MEDIA ES BATU</b> <i>Abdul Muin (Dosen Tek. Mesin UTP) .....</i>	146 – 151
<b>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KAIT TUNGGAL JENIS EYE HOOK DENGAN BEBAN 0,5 TON</b> <i>Zulkarnain Fatoni, M. Lazim (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	152 – 161
<b>ANALISIS PENGARUH REKRUTMEN DAN PENGEMBANGAN KARIR TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT. KARYATAMA SAVIERA PALEMBANG</b> <i>Tolu Tamalika (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	162 – 172

## ANALISA RUGI DAYA SALURAN PADA PENYULANG ARWANA SEBELUM DAN SETELAH PERBAIKAN MENGGUNAKAN *ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSIS PROGRAM* (ETAP) 7.5.0 DI PT. PLN (PERSERO) AREA PALEMBANG

*Redho Hermawan<sup>6</sup>, Dyah Utari Yusa Wardhani<sup>7</sup>*

**Abstrak:** Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang dimulai dari PMT incoming di Gardu Induk sampai dengan Alat Penghitung dan Pembatas (APP) di instalasi konsumen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik. Dalam menyalurkan tenaga listrik dari sumber tenaga ke pusat-pusat beban yang letaknya jauh selalu mengalami kerugian baik rugi-rugi daya maupun rugi tegangan sehingga menyebabkan rendahnya tegangan terima yang berada diujung saluran. Untuk mengatasi permasalahan ini dilakukan perhitungan dan analisa dengan pemecahan beban penyulang arwana ke penyulang baru dengan menggunakan Electrical Transient Analysis Program (Etap) 7.5.0 sebagai alat bantu serta perhitungan manual dengan parameter-parameter yang tersedia. Dari hasil analisa dan pembahasan diperoleh hasil rugi daya dan drop tegangan sebelum perbaikan sebesar : 1,81 MW , 9,6 kV dan sesudah perbaikan 0,8 MW, 16,1 kV. Sehingga pelayanan diujung saluran sudah mendekati tegangan standar pelayanan (18 kV).

**Kata kunci:** drop tegangan, ETAP, rugi daya

**Abstract:** Power distribution system is a part of electrical power system which is start from incoming PMT at substation until the counters and delimiters tools at consumer installation to distribute electrical power. When electrical power is distributed from power plant to the load centers which are far away, losses always occur such as power losses and voltage losses that cause the low receive voltage at the end of line. To overcome this problem, calculations and analysis is done with load breaking of Arwana Feeder to new feeder using Electrical Transient Analysis Program (Etap) 7.5.0 as a tool, and manual calculations with available parameters. From the calculations and analysis are obtained power losses and drop voltage before : 1,81 MW, 9,6 kV and power losses and drop voltage after : 0,8 MW 16,1 kV. So that the service at the end of the line approaching service standards voltage (18 kV)

**Keywords:** drop voltage, ETAP, power losses

<sup>6</sup> Alumni Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

<sup>7</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

### PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan kebutuhan primer manusia saat ini karena adanya tenaga listrik maka zaman sekarang disebut zaman modern dan terus berkembang. Energi listrik pun banyak dipakai di berbagai sektor, baik itu dipakai sebagai kebutuhan utama ataupun pelengkap. Penyaluran energi listrik oleh PT. PLN (Persero) ke konsumen dilakukan melalui beberapa tahap penyaluran. Pada saat penyaluran energi listrik dari pembangkit menuju konsumen pasti terjadi susut daya listrik, susut daya / rugi daya ini tidak dapat dihilangkan karena dipengaruhi oleh nilai tahanan yang ada pada jaringan.

Untuk mengurangi rugi daya pada Penyulang Arwana dari Gardu Induk Kedukan (70/20 kV) yang menopang beban listrik PT. PLN (Persero) Rayon Ampora dan Rayon Kayu Agung maka pihak PLN melakukan pemecahan penyulang dengan cara memindahkan sebagian

beban listrik Penyulang Arwana Rayon Kayu Agung ke Penyulang Tenggeri. Oleh karena itu untuk mengetahui kehandalan sistem setelah dilakukan pemecahan penyulang maka dilakukan analisa ulang terhadap Penyulang Arwana tersebut dengan membahas seberapa besar rugi daya pada Penyulang Arwana sebelum dan setelah pemecahan beban penyulang menggunakan *software* Electrical Transient Analysis Program (ETAP) 7.5.0 sebagai media bantu analisa Penyulang Arwana, karena dapat mempermudah menganalisa rugi daya dan juga tingkat ketelitian dengan cara ini sangat tinggi.

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar rugi daya total Penyulang Arwana sebelum dan setelah perbaikan serta untuk mengetahui

perbaikan tegangan terhadap pengaruh pengalihan beban Penyulang Arwana ke Penyulang Tenggiri (Feeder baru).

## LANDASAN TEORI

### Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang dimulai dari PMT incoming di Gardu Induk sampai dengan Alat Penghitung dan Pembatas (APP) di instalasi konsumen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk sebagai pusat pusat beban ke pelanggan pelanggan secara langsung atau melalui gardu-gardu distribusi (gardu trafo) dengan mutu yang memadai sesuai standar pelayanan yang berlaku. Dengan demikian sistem distribusi ini menjadi suatu sistem tersendiri karena unit distribusi ini memiliki komponen peralatan yang saling berkaitan dalam operasinya untuk menyalurkan tenaga listrik.

Dilihat dari tegangannya sistem distribusi pada saat ini dapat dibedakan dalam 2 macam yaitu

- Distribusi Primer, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20 kV/ 11,6 kV
- Distribusi Sekunder, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 380 / 220 volt (Samaulah, 2011)

### Jenis – Jenis Penghantar

Pada masa awal dari transmisi tenaga listrik, penghantar biasanya terbuat dari tembaga. Tetapi penghantar aluminium, yang lebih murah dan lebih ringan dibandingkan dengan penghantar tembaga untuk suatu resistansi yang sama, akhirnya menggantikan kedudukan penghantar tembaga.

Beragam-macam jenis penghantar aluminium dapat dikenal dari lambang – lambang berikut ini :

- AAC “*all – aluminium conductors*”, seluruhnya terbuat dari aluminium
- AAAC “*all – aluminium – alloy conductors*”, seluruhnya terbuat dari campuran aluminium

- ACSR “*Aluminium conductor, steel-reinforced*”, penghantar aluminium yang diperkuat dengan baja
- ACAR “*aluminium conductor, alloy-reinforced*”, penghantar aluminium yang diperkuat dengan logam campuran. (PT PLN, 2010,)

### Daya Listrik

Pengertian daya listrik adalah perkalian antara tegangan yang diberikan dengan hasil arus yang mengalir.

Daya dikatakan **positif**, ketika arus yang mengalir bernilai positif artinya arus mengalir dari sumber tegangan menuju rangkaian (transfer energi dari sumber ke rangkaian). Sedangkan, daya dikatakan **negatif**, ketika arus yang mengalir bernilai negatif artinya arus mengalir dari rangkaian menuju sumber tegangan (transfer energi dari rangkaian ke sumber).

Berikut ini beberapa persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung daya listrik :

- Daya Semu  
Untuk 1 fasa yaitu :  
 $S = V_p \times I \dots\dots\dots(1)$   
Untuk 3 fasa yaitu :  
 $S = \sqrt{3} \times V_L \times I \dots\dots\dots(2)$
- Daya aktif  
Untuk 1 fasa :  
 $P = V_p \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(3)$   
Untuk 3 fasa :  
 $P = \sqrt{3} \times V_L \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(4)$
- Daya Reaktif  
Untuk 1 fasa :  
 $Q = V_p \times I \times \sin \varphi \dots\dots\dots(5)$   
Untuk 3 fasa :  
 $Q = \sqrt{3} \times V_L \times I \times \sin \varphi \dots\dots\dots(6)$

Dimana :

- S = Daya semu (VA)
- P = Daya aktif (watt)
- Q = Daya reaktif (VAR)
- $V_p$  = Tegangan fasa ke netral (V)
- $V_L$  = Tegangan fasa ke fasa (V)
- I = Besar arus yang mengalir (A)
- $\cos \varphi$  = Faktor daya
- $\sin \varphi$  = Faktor daya

LLF = Faktor Beban Daya Susut (Loss Load Factor),  
 LDF = Faktor Kerapatan Beban (Load Density Factor), (0.333 )

Formula perhitungan drop tegangan sistem 3 fasa :  

$$\Delta V(3\text{Phasa}) = \sqrt{3} \cdot L ( I \cdot R \cdot \cos \varphi + I \cdot X \cdot \sin \varphi ) \dots\dots\dots(13)$$

**Faktor Beban Daya Susut**

Faktor Beban Daya Susut (*Loss Load Factor*) adalah Faktor yang digunakan dalam perhitungan Daya Susut, merupakan perbandingan Daya Susut Rata- Rata dan Daya Susut pada Beban Puncak.

$$LLF = 0.3 LF + 0.7 (LF)^2 \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

LLF = Faktor Beban Daya Susut (Loss Load Factor) [ - ]

LF = Faktor Beban Sistem (Load Factor) Area Pelayanan (Region)

**Faktor Beban Sistem (Load Factor)**

*Load Factor*, Faktor beban, adalah perbandingan dari rata-rata output atau beban terhadap maksimum output atau beban dalam suatu periode terhadap beban puncak yang terjadi pada periode tersebut

$$LF = \frac{\text{Beban Rata-Rata (Penyulang)MW}}{\text{Beban Puncak (Penyulang)MW}} \dots\dots(12)$$

(PT PLN, 2010)

**Drop Tegangan**

Korelasi drop tegangan dan susut untuk mendapatkan susut dan drop tegangan perlu memasukan beberapa parameter antara lain :

- Ukuran (Luas penampang)/jenis Penghantar
- Beban Nominal Penghantar
- Panjang Jaringan
- Cos φ

Sebuah jaringan TM dapat didesain dengan kriteria drop tegangan sebagai berikut :

- Drop tegangan jaringan spindel max 2 %
- Drop tegangan jaringan open lopp dan radial max 5 %
- Susut Teknis jarringan spindel max 1 %
- Susut Teknis jaringan open loop dan radial max 2,3 %

(SPLN 72 : 1987)

**Dimana :**

- ΔV = Jatuh Tegangan (Volt)
- R = Resistance Jaringan (Ohm/km)
- X = Reactance Jaringan (Ohm/km)
- Cos φ = 0,85
- Sin φ = 0,65
- L = Jarak Penghantar (Km)

**ETAP**

ETAP adalah suatu *software* analisis yang comprehensive untuk mendesain dan mensimulasi suatu sistem rangkaian tenaga. Analisis yang ditawarkan oleh ETAP yang digunakan oleh penulis adalah, drop tegangan, *power factor*, dan losses jaringan. ETAP juga bisa memberikan warning terhadap bus – bus yang under voltage dan over voltage sehingga pengguna bisa mengetahui bus mana yang tidak beroperasi optimal. Untuk menganalisa suatu rangkaian diperlukan data rangkaian yang lengkap dan akurat sehingga hasil perhitungan ETAP bisa dipertanggung jawabkan.

ETAP mengintegrasikan data–data rangkaian tenaga listrik seperti kapasitas pembangkit, panjang jaringan, resistansi jaringan per km,kapasitas busbar, ranting trafo, impedansi urutan nol, positif, dan negatif suatu peralatan listrik seperi trafo, generator dan penghantar.

ETAP memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan diagram satu garis grafis dan sistem kabel bawah tanah raceway.

**Tabel 2** Impedansi Penghantar Kabel Bungkus XLPE (SPLN 64:1985)

mm <sup>2</sup>	N2XSEFGbY				NA2XSEFGbY			
	Z1, Z2		Zo		Z1, Z2		Zo	
	R1 (Ω/km)	jX1 (Ω/km)	Ro (Ω/km)	jXo (Ω/km)	R1 (Ω/km)	jX1 (Ω/km)	Ro (Ω/km)	jXo (Ω/km)
1	10	11	12	13	14	15	16	17
120	0,153	0,1177	0,153	0,1177	0,253	0,1177	0,253	0,1177
150	0,124	0,1139	0,124	0,1139	0,206	0,1139	0,206	0,1139
185	0,0991	0,1101	0,0991	0,1101	0,164	0,1101	0,164	0,1101
240	0,0754	0,1057	0,0754	0,1057	0,125	0,1057	0,125	0,1057

**Tabel 3** Data Panjang & Konstruksi Penghantar

No.	Parameter	Panjang Jaringan (Kms)	Luas Penampang Konduktor (mm <sup>2</sup> )	Jenis Konduktor	Tinggi Tiang (m)	Jarak antar konduktor (m)
1	Gardu Induk - Tiang Opsting	0,2	240	N2XSEYFGbY	-	-
2	Tiang Opsting - PMCB Glebek	15,4	150	A3C	10	0,8
3	PMCB Glebek - LBS Rambutan	3,1	150	A3C	10	0,8
4	LBS Rambutan - LBS Kebun Sahang	19,5	70	A3C	10	0,8
5	LBS Kebun Sahang - Simpang Lebung Batang	22,5	70	A3C	10	0,8
6	LBS Rambutan - GH SP Padang	22,5	70	A3C	10	0,8
7	GH SP Padang - LBS Srimenang	23	150	A3C	10	0,8
8	LBS Srimenang - LBS Riding	49,4	70	A3C	10	0,8
9	Simpang Lebung Batang - Ds. Sungai Bungin	28,2	70	A3C	10	0,8
10	LBS Riding - Tulung Selapan	49,4	35	A3C	10	0,8

Load Faktor dihitung dari data logsheet beban harian penyulang arwana dengan menggunakan rumus (12).

$$LF = \frac{7,8 \text{ MW}}{9,4 \text{ MW}} = 0,83$$

**Tabel 4** Cos φ dan LF

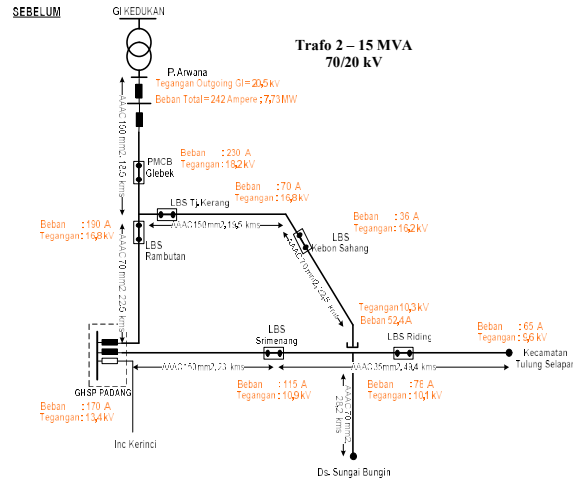
Nama Penyulang	Cos φ	Load Faktor
Arwana	0.85	0,83

## PEMBAHASAN DAN ANALISA

### 1. Hasil Simulasi Software – Etap Untuk Rugi Daya Penyulang Arwana

#### a. Simulasi Sebelum Perbaikan Penyulang

Berikut tampilan *single line diagram* dan hasil perhitungan simulasi program ETAP 7.5.0 dengan kondisi eksisting Penyulang Arwana :



**Gambar 6** Hasil Simulasi Penyulang Sebelum Perbaikan

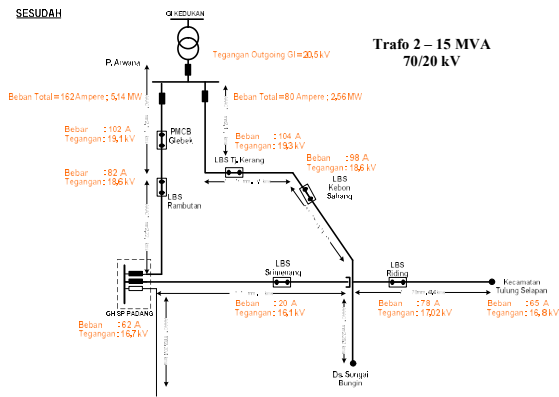
**Tabel 5** Hasil Tegangan dan Arus Sebelum Perbaikan Menggunakan Etap 7.5.0

No.	Parameter	Penyulang	Tegangan (kV)	Arus Pada Bus (A)
1	Gardu Induk - Tiang Opsting	Arwana	20,5	242
2	PMCB Glebek - LBS Rambutan	Arwana	18,2	230
3	LBS Rambutan - LBS Kebun Sahang	Arwana	16,8	70
4	GH SP Padang - LBS Srimenang	Arwana	13,5	170
5	LBS Riding - Tulung Selapan	Arwana	9,6	65

**Tabel 6** Tegangan dan Losses Penyulang Arwana Sebelum Perbaikan

KONDISI	TEGANGAN TERENDAH (KV)	RUGI DAYA	
		MW	MVar
Penyulang Arwana Sebelum Perbaikan	9,6	1,81	2,14

Dari tabel di bawah ini maka dapat kita ketahui besar total rugi daya Penyulang Arwana berdasarkan hasil simulasi program etap sebesar 1,81 MW.



Gambar 8 Hasil Simulasi Penyulang Setelah Perbaikan

Berikut data hasil penyulang arwana setelah perbaikan:

Tabel 7 Hasil Tegangan dan Arus Setelah Perbaikan Menggunakan Etap 7.5.0

No.	Parameter	Penyulang	Tegangan (kV)	Arus Pada Bus (A)
1	Gardu Induk - Tiang Opsting	Arwana	20,5	139
2	PMCB Glebek - LBS Rambutan	Arwana	19,1	102
3	LBS Rambutan - LBS Kebun Sahang	Arwana	19,3	104
4	GH SP Padang - LBS Srimenang	Arwana	16,9	42
5	LBS Riding - Tulung Selapan	Arwana	16,8	65

Project: ANALISA PENYULANG ARWANA  
 Location: PLN AREA PALEMBANG  
 Contract: PT. CIA  
 Engineer: REDHO  
 Filename: Penyulang\_Arwana

ETAP  
7.5.0

Study Case: LF

Page: 10  
 Date: 12-09-2014  
 SN: 12345678  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag	
	ID	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From		To
TS.06		0.010	0.005	-0.010	-0.005	0.1	0.1	77.1	76.2	0.83
Line303		0.241	0.108	-0.241	-0.110	0.4	-1.7	76.9	76.8	0.13
TS.17		0.010	0.005	-0.009	-0.005	0.1	0.1	76.9	76.1	0.82
Line305		0.081	0.036	-0.081	-0.040	0.1	-3.9	76.8	76.7	0.09
Line308		0.160	0.074	-0.159	-0.078	0.4	-4.0	76.8	76.6	0.19
Line306		0.059	0.028	-0.059	-0.029	0.0	-0.9	76.7	76.6	0.02
TS.20		0.022	0.011	-0.022	-0.010	0.3	0.8	76.7	74.7	1.93
Line307		0.035	0.017	-0.035	-0.018	0.0	-0.2	76.6	76.6	0.00
TS.32		0.024	0.012	-0.024	-0.012	0.2	0.5	76.6	75.6	1.04
TS.19		0.035	0.018	-0.034	-0.017	0.4	1.0	76.6	75.1	1.52
Line310		0.133	0.065	-0.133	-0.065	0.0	-0.4	76.6	76.5	0.01
TS.31		0.026	0.013	-0.026	-0.013	0.2	0.6	76.6	75.4	1.16
TS.01		-0.026	-0.012	0.026	0.013	0.1	0.3	76.0	76.5	0.56
Line311		0.078	0.038	-0.078	-0.038	0.0	-0.2	76.5	76.5	0.00
Line314		0.029	0.014	-0.029	-0.014	0.0	-0.2	76.5	76.5	0.00
Line312		0.058	0.028	-0.058	-0.028	0.0	-0.3	76.5	76.5	0.01
TS.21		0.020	0.010	-0.020	-0.010	0.3	0.7	76.5	74.7	1.79
Line313		0.026	0.013	-0.026	-0.013	0.0	-0.3	76.5	76.5	0.00
TS.02		0.032	0.016	-0.032	-0.015	0.2	0.4	76.5	75.8	0.70
TS.12A		0.026	0.013	-0.026	-0.013	0.1	0.3	76.5	75.8	0.71
TS.11		0.029	0.014	-0.028	-0.014	0.3	0.6	76.5	75.3	1.23
Line316		4.716	2.925	-4.438	-2.549	277.8	375.9	100.1	92.2	7.94
						314.9	960.2			

Gambar 9 Hasil Simulasi Losses Pada ETAP Setelah Perbaikan

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisa rugi daya sebelum dan setelah perbaikan pada Penyulang Arwana yang telah dilakukan dengan Program *ETAP 7.5.0* , maka dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Rugi daya total pada jaringan Penyulang Arwana Gardu Induk Sungai Kedukan sebelum perbaikan penyulang menurut simulasi Etap yaitu sebesar 1,814 MW atau sekitar 27 % .
2. Perbaikan Penyulang Arwana sangat menguntungkan dengan hasil  $\pm 1$  MW (dari 1,81 MW menjadi 0,8 MW ) atau rugi daya menjadi sekitar 13% dari susut sebelum perbaikan.
3. Dari simulasi Etap kenaikan tegangan Ds. Tulung Selapan yang semula tegangan terendah 9,6 kV Menjadi 16, 1 kV.

a\_no name. PT PLN (PERSERO), 2010, *Buku 1 Kriteria Disain enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. PT PLN (PERSERO), Jakarta Selatan.

a\_no name. PT PLN (PERSERO), 2010, *Pedoman Perhitungan Kriteria Disain Jaringan Distribusi bagian 3*. PT PLN (PERSERO), Tangerang.

## DAFTAR PUSTAKA

Rahman, Arif, 2009, *Analisa Rugi-Rugi daya Listrik pada Sistem Distribusi Primer di Gardu Induk Bukit Siguntang Palembang dengan bantuan Softwere Etap*. Laporan Akhir Tidak Dipublikasikan. Palembang, Jurusan Elektro-Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Samaulah, Hazairin, 2011, *Distribusi Tenaga Listrik* ,Tunas Gemilang Press, Palembang.

Sarimun, Wahyudi, 2011, *Buku Saku Pelayanan Teknik*. Garamond, Depok.

Standar PLN 64, 1985, *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*

Standar PLN 72, 1987, *Standar Spesifikasi untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*

a\_no name. *Manual Help Etap Power Station 7.0*.

a\_no name. *Manual Book MapSource v.6.14 Help*.



Faktor daya atau faktor kerja adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu/daya total (VA). Dengan kata lain dapat dikatakan merupakan cosinus sudut anatar daya aktif dan daya semu/daya total. Daya reaktif (VAR) yang tinggi akan meningkatkan sudut dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Adapun rumus untuk menghitung faktor daya adalah:

$$\text{Faktor daya} = \cos \phi = \frac{P (W)}{S (VA)} \dots\dots\dots (7)$$

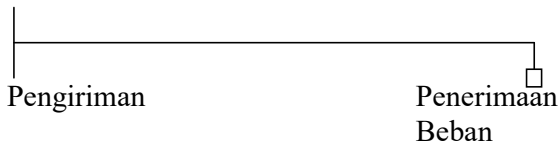
(Rahman, 2009)

**Perhitungan Daya Susut pada JTM**

Kriteria perhitungan susut teknik jaringan distribusi dapat dibagi beberapa bagian :

**1. Beban di Ujung Seimbang**

Konfigurasi beban di ujung seimbang dapat dilihat pada gambar1.



**Gambar 1** Diagram Beban di Ujung Seimbang

Persamaan Matematis Daya Susut yang dapat digunakan pada kondisi beban di ujung seimbang, yaitu :

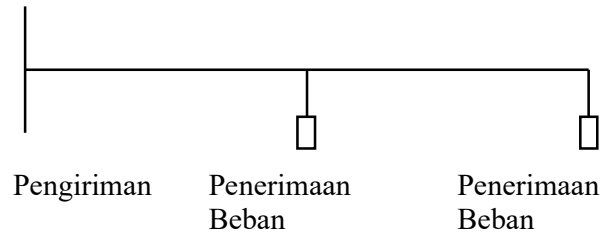
$$PS [Watt] = 3 \times I^2 \times R \times L \times LLF \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

- PS [Watt] = Daya Susut [Watt]
- I = Arus Beban Penyulang [Ampere]
- R = Resistansi Penyulang [Ohm/km]
- L = Panjang Penyulang [km]
- LLF = Faktor Beban Daya Susut (Loss Load Factor)

**2. Pada Beban di Tengah dan di Ujung Seimbang**

Konfigurasi beban seimbang di tengah dan di ujung, lihat pada gambar 2



**Gambar 2** Diagram Beban di Tengah dan di Ujung Seimbang

Persamaan Matematis Daya Susut yang dapat digunakan pada kondisi beban di tengah dan di ujung seimbang, yaitu :

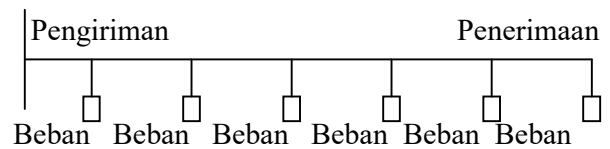
$$PS [Watt] = 3 \times I^2 \times R \times L \times LLF \times LDF \dots(9)$$

Dimana :

- PS [Watt] = Daya Susut [Watt]
- I = Arus Beban Penyulang [Ampere]
- R = Resistansi Penyulang [Ohm/km]
- L = Panjang Penyulang [km]
- LLF = Faktor Beban Daya Susut (Loss Load Factor),
- LDF = Faktor Kerapatan Beban (Load Density Factor), ( 0.625 )

**3. Pada Beban Merata Seimbang**

Konfigurasi beban seimbang merata dapat dilihat pada gambar 3



**Gambar 3** Diagram Beban Merata Seimbang

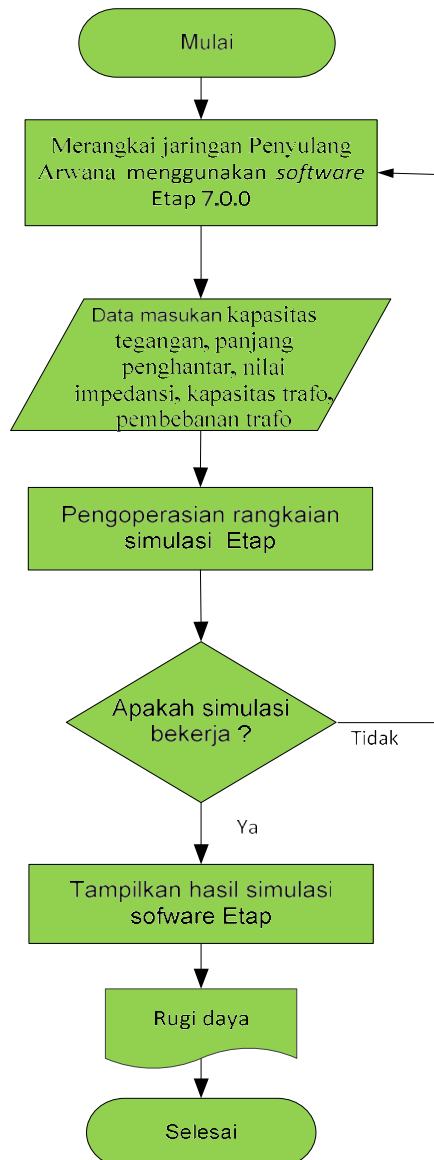
Persamaan Matematis Daya Susut yang dapat digunakan pada kondisi beban merata seimbang, yaitu :

$$PS [Watt] = 3 \times I^2 \times R \times L \times LLF \times LDF \dots (10)$$

Dimana:

- PS [Watt] = Daya Susut [Watt]
- I = Arus Beban Penyulang [Ampere]
- R = Resistansi Penyulang [Ohm/km]
- L = Panjang Penyulang [km]

**METODE PENELITIAN**



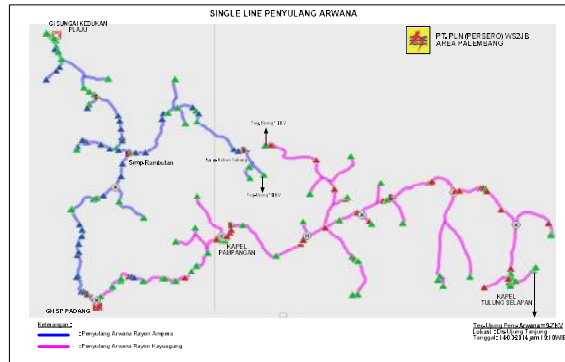
**Gambar 4** Flow Chart Prosedur Perhitungan Rugi Daya Dengan Cara Simulasi Etap 7.5.0

Dalam menghitung rugi daya pada Penyulang Arwana, dibutuhkan bahan-bahan berupa data diantaranya :

**1. Single Line Diagram**

Data diagram satu garis jaringan (*single line diagram*) penyulang, yaitu peta jaringan beserta beban-beban dan tegangan yang diukur manual menggunakan alat ukur dan konfigurasi jaringan yang digunakan pada Penyulang Arwanadari GI Sungai Kedukan sampai dengan pusat-pusat beban. Diagram satu garis yang

lengkap dengan gardunya dapat dilihat di lampiran *single line diagram* penyulang.



**Gambar 5** Single Line Diagram Penyulang Arwana

**2. Data kapasitas dan baban trafo gardu distribusi pada Penyulang Arwana**

Jumlah dan kapasitas trafo digunakan untuk mengetahui besarnya beban penyulang. Besarnya pembagian beban akan diatur dan disimulasikan dalam program ETAP 7.5.0 untuk mendapatkan beban ideal dari pada jaringan distribusi sehingga mendapatkan rugi-rugi daya yang terkecil. Total jumlah dan kapasitas trafo pada Penyulang Arwana GI Sungai Kedukan adalah 192 Gardu Distribusi dan rata-rata beban 32,2 kVA.

**3. Rugi Daya Teknis dan Impedansi Penghantar (SPLN 64, 1985)**

Nilai impedansi penghantar pada Penyulang Arwana yang telah ditentukan dari data pabrik (*manufactures data*) dan SPLN 64 Tahun 1985 dengan satuan  $\Omega/\text{km}$ .

**Tabel 1** Impedansi Kawat (SPLN 64 Tahun 1985)

mm <sup>2</sup>	AAC				AAAC			
	Z1, Z2		Zo		Z1, Z2		Zo	
	R1 ( $\Omega/\text{km}$ )	jX1 ( $\Omega/\text{km}$ )	Ro ( $\Omega/\text{km}$ )	jXo ( $\Omega/\text{km}$ )	R1 ( $\Omega/\text{km}$ )	jX1 ( $\Omega/\text{km}$ )	Ro ( $\Omega/\text{km}$ )	jXo ( $\Omega/\text{km}$ )
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	1,8382	0,4035	1,9862	1,6910	2,0161	0,4036	2,1641	1,6911
35	0,8403	0,3791	0,9883	1,6666	0,9217	0,3790	1,0697	1,6665
50	0,5882	0,3677	0,7362	1,6552	0,6452	0,3678	0,7932	1,6553
70	0,4202	0,3572	0,5682	1,6447	0,4608	0,3572	0,6088	1,6447
95	0,3096	0,3464	0,4576	1,6339	0,3396	0,3449	0,4876	1,6324
120	0,2451	0,3375	0,3931	1,6250	0,2688	0,3376	0,4168	1,6251
150	0,1961	0,3305	0,3441	1,6180	0,2162	0,3305	0,3631	1,6180
185	0,1590	0,3239	0,3070	1,6114	0,1744	0,3239	0,3224	1,6114
240	0,1225	0,3157	0,2705	1,6032	0,1344	0,3158	0,2824	1,6033

Project:	ANALISA PENYULANG ARWANA	<b>ETAP</b>	Page:	10
Location:	PLN AREA PALEMBANG	7.5.0	Date:	15-09-2014
Contract:	PT. CIA		SN:	12345678
Engineer:	REDHO	Study Case: LF	Revision:	Base
Filename:	Penyulang_Arwana		Config:	Normal

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag	
	ID	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From		To
TS.06		0.008	0.005	-0.008	-0.005	0.1	0.3	46.8	45.5	1.29
Line303		0.192	0.122	-0.191	-0.122	0.8	-0.2	46.5	46.3	0.19
TS.17		0.007	0.005	-0.007	-0.005	0.1	0.3	46.5	45.3	1.25
Line305		0.064	0.041	-0.064	-0.043	0.2	-1.3	46.3	46.2	0.13
Line308		0.126	0.081	-0.126	-0.082	0.7	-1.0	46.3	46.1	0.28
Line306		0.047	0.031	-0.047	-0.031	0.0	-0.3	46.2	46.2	0.02
TS.20		0.017	0.012	-0.017	-0.011	0.6	1.6	46.2	43.2	3.02
Line307		0.028	0.019	-0.028	-0.019	0.0	-0.1	46.2	46.2	0.00
TS.32		0.019	0.012	-0.018	-0.012	0.4	0.9	46.2	44.6	1.60
TS.19		0.027	0.019	-0.027	-0.017	0.8	1.9	46.2	43.8	2.37
Line310		0.105	0.068	-0.105	-0.068	0.0	-0.1	46.1	46.0	0.02
TS.31		0.021	0.014	-0.020	-0.013	0.4	1.1	46.1	44.3	1.78
TS.01		-0.020	-0.013	0.020	0.013	0.2	0.5	45.2	46.0	0.85
Line311		0.062	0.040	-0.062	-0.040	0.0	-0.1	46.0	46.0	0.01
Line314		0.023	0.015	-0.023	-0.015	0.0	-0.1	46.0	46.0	0.00
Line312		0.046	0.029	-0.046	-0.029	0.0	-0.1	46.0	46.0	0.01
TS.21		0.016	0.011	-0.016	-0.010	0.5	1.3	46.0	43.2	2.80
Line313		0.021	0.013	-0.021	-0.013	0.0	-0.1	46.0	46.0	0.00
TS.02		0.025	0.016	-0.025	-0.016	0.3	0.8	46.0	45.0	1.06
TS.12A		0.020	0.013	-0.020	-0.013	0.3	0.6	46.0	45.0	1.08
TS.11		0.022	0.015	-0.022	-0.014	0.5	1.3	46.0	44.1	1.93

1881,6    2145,0

**Gambar 7** Hasil Simulasi Losses Pada ETAP Sebelum Perbaikan

### b. Simulasi Setelah Perbaikan

Untuk mengurangi terjadinya *Losses* atau rugi daya serta untuk meningkatkan kehandalan sistem pada Penyulang Arwana, maka diperbaiki dengan cara pemecahan beban penyulang ke penyulang tenggiryaitu beban dari Simpang Rambutan s.d. Simpang Lebung

Batang dan beban dari Simpang Lebung Batang s.d. Tulung Selapan, sehingga tegangan ujung Penyulang Arwana di Simpang Lebung Batang.

**Tabel 8** Tegangan dan *Losses* Penyulang Arwana Sesudah Perbaikan

KONDISI	TEGANGAN TERENDAH (KV)	RUGI DAYA	
		MW	Mvar
Penyulang Arwana Sebelum Perbaikan	16,1	0,81	0,96

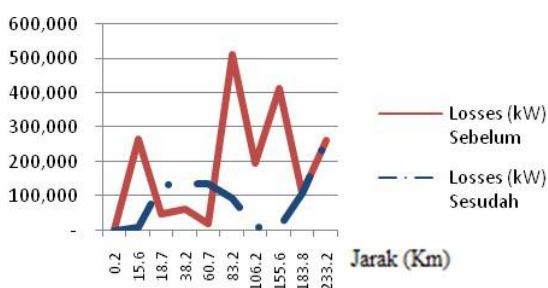
Dari tabel diatas maka dapat kita ketahui besar rugi daya Penyulang Arwana setelah pemecahan beban ke penyulang tenggiri adalah 8100 kW .

Berikut data perbandingan hasil perhitungan perbaikan penyulang arwana sebelum dan setelah perbaikan :

**Tabel 9** Hasil Simulasi Tegangan dan Rugi Daya Dengan ETAP 7.5.0

NO	KONDISI	TEGANGAN TERENDAH (KV)	RUGI DAYA	
			MW	Mvar
1	Sebelum Perbaikan	9,6	1,81	2,14
2	Setelah Perbaikan	16,1	0,81	0,96

Susut (kW)

**Gambar 10** Grafik Rugi Daya Sebelum dan Setelah Perbaikan Penyulang

## 2. Hasil Pengukuran Tegangan Ujung (kV)

Dari hasil pengukuran langsung sebelum perbaikan di ujung saluran penyulang Ds. Tulung Selapan pada tanggal 14 Maret 2014 Pukul 18:54 WIB (WBP) didapat data pengukuran tegangan ujung sebesar **9,3 kV** dan hasil pengukuran langsung penulis setelah perbaikan di ujung saluran penyulang Ds. Tulung Selapan pada waktu beban puncak

(WBP) didapat data pengukuran tegangan ujung sebesar **15,7 kV**.

**Tabel 10** Hasil Tegangan dan Rugi Daya Dengan ETAP 7.5.0 dan Perhitungan

NO	Keterangan	Drop Tegangan ( $\Delta V$ )		Losses(kW)	
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
1	Simulasi Etap	9.6	16.1	1,814	815
2	Perhitungan Manual	9.5	14.5	1,889	859

## 3. Pembahasan

### Analisa Penyulang Sebelum Perbaikan

Adapun *Losses* atau rugi daya total yang terjadi pada Penyulang Arwana sebelum diperbaiki adalah sebesar 1,81 MW atau sekitar 27 % dari daya total sebesar 6,85MW yang dikirim dari Penyulang Arwana sesuai dengan pengoperasian simulasi Etap. Rugi daya yang terbesar pada penyulang ini terdapat pada penghantar SUTM LBS Simpang Rambutun – GH SP. Padang yaitu sebesar 512,312 kW atau sekitar 27 % dari rugi daya total penyulang , hal ini dikarenakan terlalu panjang saluran penghantar yaitu 22,5 Kms dan Arus Yang Mengalir sangat besar (190 A) .

Untuk drop tegangan yang terjadi dipenyulang arwana dengan tegangan terendah diterima lokasi Ds. Tulung selapan (233 Km) sebesar 9,6 kV dan drop tegangan ( $\Delta V$ ) 10,4 kV.

### Analisa Penyulang Setelah Perbaikan

Pemecahan Penyulang Arwana ke penyulang baru di LBS Simpang rambutun, dalam hal ini membagi beban daerah Ds. Lebung Batang sampai dengan tulung selapan ke penyulang baru (tenggiri).

Adapun *Losses* atau rugi daya total yang terjadi pada Penyulang Arwana setelah diperbaiki (menjadi Penyulang Arwana atau Tenggiri) adalah sebesar 8.150 kW atau 0,81 MW, dan Rugi daya pada penghantar dari LBS Simpang Rambutun – GH SP Padang 12,04 kW.

Dengan demikian dapat kita ketahui efek positif dari pemecahan penyulang adalah terjadi penurunan rugi daya secara drastis sebesar  $\pm 1$  MW (dari 1,81MW menjadi 0,85 MW ) atau rugi daya menjadi sekitar 13% dari daya total semula. Dan untuk kenaikan tegangan yang semula 9,6 kV menjadi sebesar 16,1 kV di Ds. Tulung Selapan ( 20 % )