

# ANALISA PERBAIKAN SUSUT TEKNIS DAN SUSUT TEGANGAN PADA PENYULANG KLS 06 DI GI KALISARI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 7.5.0

Bambang Winardi<sup>\*)</sup>, Agung Warsito, and Meigy Restanaswari Kartika

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: [bbwinar@gmail.com](mailto:bbwinar@gmail.com)

## Abstrak

Susut daya listrik merupakan persoalan klasik yang dihadapi oleh PLN dan belum dapat sepenuhnya terpecahkan. Permasalahan yang ada di lapangan saat ini adalah tingginya angka susut energi listrik dan susut tegangan yang melebihi standar yang telah ditetapkan. Hal ini merugikan baik dari konsumen listrik itu sendiri maupun dari perusahaan dalam hal ini adalah PLN. Untuk mengurangi besarnya susut energi listrik dapat dilakukan secara teknis maupun non teknis. Akan tetapi perbaikan susut secara non teknis sulit dilakukan karena berhubungan dengan manusia dan orang banyak. Sehingga yang dilakukan adalah penekanan susut teknis dan susut tegangan pada jaringan sehingga dapat memperkecil besarnya susut energi listrik. Salah satu cara teknis untuk menguranginya adalah dengan penarikan jaring baru atau pengembangan jaringan. Data existing dan penarikan jaring baru disimulasikan menggunakan software ETAP 4.0.0 yang nantinya dapat digunakan dalam menentukan besarnya susut daya dan susut tegangan. Simulasi penekanan susut daya dan susut tegangan menggunakan software ETAP 4.0.0 memperlihatkan perubahan besarnya susut daya dan susut tegangan.

Kata kunci : penekanan susut, software etap 7.5.0, susut teknis, drop tegangan, pengembangan jaringan.

## Abstract

Losses of electrical power is a classical problem that is faced by PLN and cannot be completely solved. Nowadays, the problems that exist are the high number of losses and drop voltage that exceeds the established standard. Both the consumers itself or the company of electricity were disadvantage by these problems. To decrease the amount of losses and drop voltage, it can be done by either technical or non-technical way. However, an improvement of losses by non-technical way is difficult to be done because it deals with people and crowds. Then it can be done by the emphasis of technical losses and drop voltage, so that can decrease the amount of electrical power losses. One of technical way to decrease the amount of losses is new distribution feeder development. Existing and new feeder development file were simulated using Etap 4.0.0 software that can be used to determine the amount of technical losses and drop voltage. Emphasis simulation of technical losses and drop voltage using Etap 4.0.0 software shows amount of technical and drop voltage that changed.

Keywords: emphasis losses, software etap 4.0.0, technical losses, voltage drop, feeder development.

## 1. Pendahuluan

Dengan peningkatan penyediaan kebutuhan listrik yang pesat, sebaiknya diimbangi dengan kualitas listrik itu sendiri. PT PLN (persero) sebagai Perusahaan Listrik Negara yang menyuplai energi listrik berusaha untuk menyediakan energi listrik kepada masyarakat dengan kualitas yang baik yaitu dengan mutu energi listrik yang handal. Sehingga penyaluran energi listrik kepada konsumen akan berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

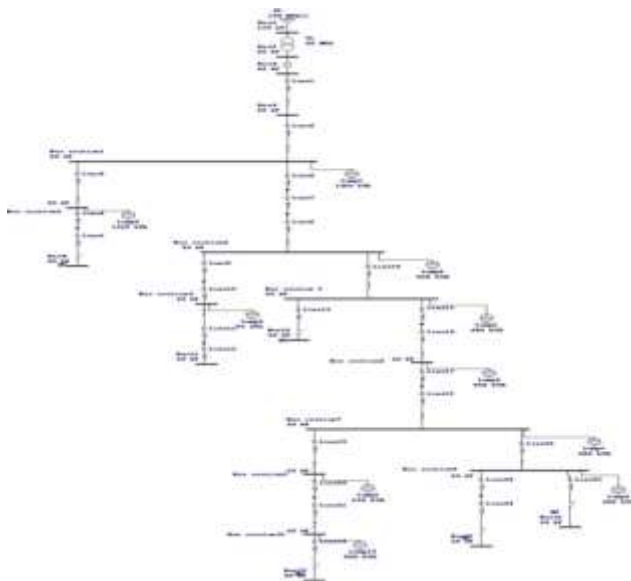
Permasalahan yang ada di lapangan saat ini adalah tingginya angka susut energi listrik atau rugi daya listrik dan susut tegangan atau jatuh tegangan yang melebihi standar yang telah ditetapkan. Merujuk pada PT PLN (persero) Distribusi Jateng dan DIY, Area Semarang, Rayon Semarang Barat yang besar susut komulatifnya pada Desember 2013 mencapai 4.14% dengan rata-rata susut pada tahun itu sebesar 4.68%. Angka tersebut sudah menjadi perhatian khusus karena angka susut hampir menuju batas susut yang diizinkan.

Salah satu cara untuk mengurangi besarnya rugi daya dapat dilakukan adalah mengurangi angka rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan. Maka dari itu penulis melakukan analisa dengan ketersediaan data *existing* yang ada pada Rayon Semarang Barat penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari untuk mengetahui besarnya rugi daya dan jatuh tegangan di wilayah tersebut dengan bantuan *software* ETAP 4.0.0. Untuk selanjutnya dilakukan simulasi pemisahan jaringan guna memperbaiki angka susut atau rugi yang ada.

Dengan uraian yang disampaikan di atas dapat ditarik suatu permasalahan yaitu berapa angka susut saat ini yang ada pada penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari wilayah PT PLN (persero) Rayon Semarang Barat, bagaimana cara untuk mengurangi rugi daya dan jatuh tegangan pada wilayah tersebut, dan analisa apa yang terjadi jika setelah dilakukan pemisahan jaringan pada wilayah tersebut. Topik ini perlu diulas karena angka rugi daya dan jatuh tegangan merupakan permasalahan yang sering dijumpai pada suatu penyulang dan pentingnya bagaimana mengatasi permasalahan tersebut.

## 2. Metode

### 2.1 Bahan Pengamatan



Gambar 1 Jaringan Penyulang KLS 06

Menurut gambar jaringan dan *single line diagram* pada penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari yang diamati, dapat dilihat bahwa beban pada penyulang KLS 06 terbagi menjadi sepuluh bagian atau *section*. Menurut gambar 1 didapatkan bahwa dari kesepuluh *section* tersebut memiliki nilai arus beban yang berbeda juga panjang dan jenis konduktor yang berbeda pula.

### 2.2. Alat Pengamatan

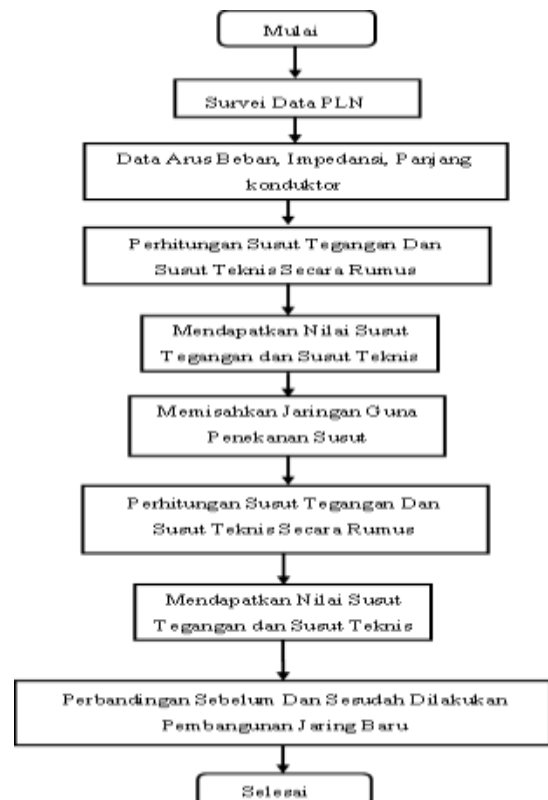
*Software* Etap 4.0.0

*Software* Etap atau *power station* merupakan suatu program atau perangkat lunak yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan sistem tenaga listrik. Keandalan dari *software* Etap tersebut banyak sekali, namun yang sering digunakan adalah tentang analisa aliran daya, simulasi arus hubung singkat, dan keandalan sistem. (Ratnasari,2013: 37)

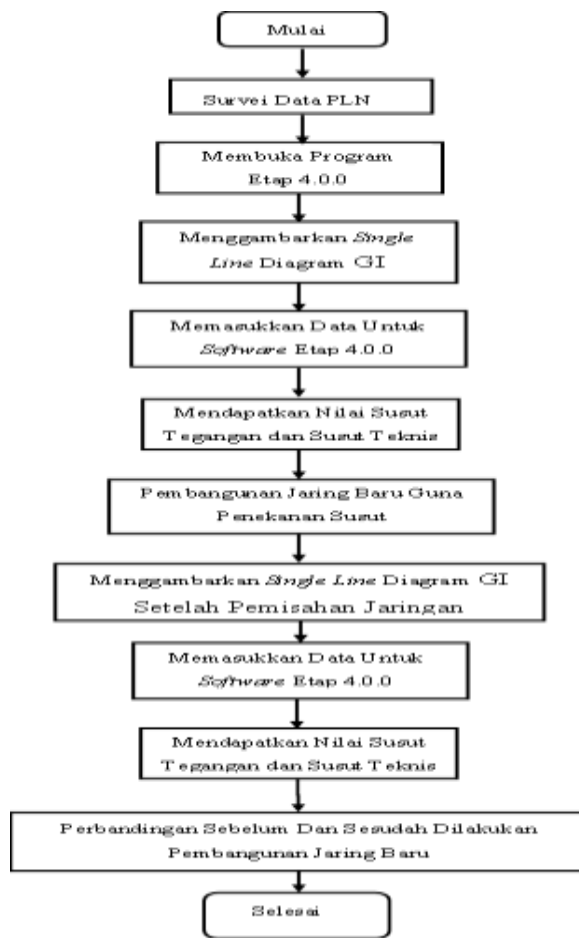


Gambar 2 Icon Etap

### 2.3. Jalan Pengamatan



Gambar 3 Diagram Alir Analisa Perhitungan Rugi Daya dan Jatuh Tegangan



Gambar 4 Diagram Alir Simulasi Etap 4.0.0

2.4 Data Kondisi Eksisting

Dalam penelitian ini, yang digunakan sebagai bahan mentah untuk dilakukan perhitungan serta simulasi Etap terhadap rugi daya dan jatuh tegangan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data Beban Per-section Penyulang KLS 06

NO SECTION	NO TIANG	ARUS BEBAN	SATUAN
1	10/B1-151	64	A
2	B1-148	56	A
3	B2-95	28	A
4	B2-88A	4	A
5	B2-88	24	A
6	2/B2-56	32	A
7	40/B2-56	24	A
8	67/B2-56	20	A
9	UG2-311/177	12	A
10	UG2-311/148	28	A

Tabel 2 Panjang Konduktor pada Penyulang KLS 06

Section no.	Panjang Jaringan		
	240(mm <sup>2</sup> )	150(mm <sup>2</sup> )	70(mm <sup>2</sup> )
1	3,85	0,1	0,35
2	1,55		0,8
3	0,65		
4	0,95		0,2
5	1,9		0,65
6	2,1		0,95
7	1,55	0,35	
8	3		0,75
9	1,55		0,05
10	2,9		

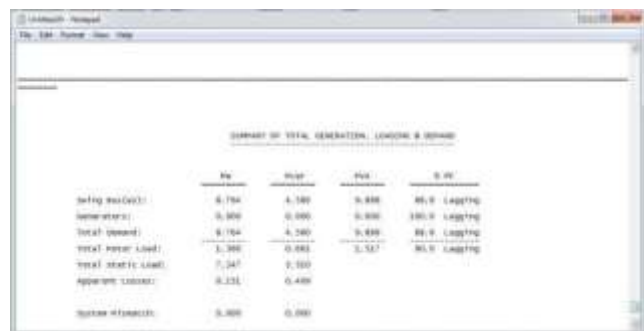
3. Hasil dan Analisa

3.1. Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Berdasarkan Etap 4.0.0

Program simulasi Etap 4.0.0 digunakan untuk evaluasi sebuah feeder melalui analisa aliran daya. Pada penelitian ini program Etap 4.0.0 digunakan untuk mengetahui hasil rugi daya dan jatuh tegangan pada feeder KLS 06 berdasarkan kondisi existing pada tahun 2013. Untuk melakukan simulasi tersebut dengan menggunakan software Etap 4.0.0 jaringan yang akan disimulasikan harus digambarkan dulu ke dalam software Etap 4.0.0. Setelah penggambaran jaringan penyulang KLS 06, yang dilakukan adalah pengisian rating dari komponen komponen yang digambarkan.

Setelah seluruh komponen pada jaringan digambar dan diisikan ratingnya, maka simulasi dapat dijalankan.

Berdasarkan simulasi aliran daya tersebut maka dapat diperoleh besar nilai susut tegangan dan susut teknis yang dapat dilihat di text report. Berikut hasil report dari simulasi Etap 4.0.0 penyulang KLS 06 :



Gambar 5 Report Simulasi Etap 4.0.0

**3.2. Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Berdasarkan Perhitungan**

Untuk menghitung besarnya nilai rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang KLS 06 dengan menggunakan persamaan-persamaan yang, maka besarnya arus yang digunakan adalah,

**Tabel 3 Besar Arus pada Jaringan KLS 06**

Bagian	Arus	Besar	Satuan
1	IA	292	A
2	IB	172	A
3	IC	140	A
4	ID	116	A
5	IE	84	A
6	IF	40	A
7	IG	28	A

Maka nilai jatuh tegangan atau susut tegangan pada penyulang KLS 06 yaitu:

$$\Delta V \text{ (Volt)} = 575,86 + 106,9 + 116,51 + 121,68 + 129,63 + 16,44 + 20,07 = 1087,09 \text{ Volt} = 1,087 \text{ kV}$$

atau dalam persentase dengan rumus (2.4)

$$\Delta V \text{ (\%)} = 5,435 \%$$

Dan nilai susut teknis atau rugi daya nyata pada penyulang KLS 06 yaitu:

$$P_{\text{saluran}} = 107188,785 + 11326,82608 + 10875,648 + 9688,32 + 6753,43872 + 370,176 + 305,57184 = 146508,7656 \text{ Watt} = 0,147 \text{ MW}$$

atau dalam persentase dengan rumus (2.10)

$$P_{\text{saluran}} = 1,62 \%$$

**3.3. Pemodelan dan Perhitungan Rugi Daya dan Jatuh Tegangan berdasarkan Kondisi Setelah Pemisahan Jaringan**

**Pemisahan Jaringan**

Pemisahan jaringan dilakukan untuk membagi beban penyulang KLS 06. Tepatnya pada simulasi perencanaan kali ini penyulang KLS 06 terputus di tiang nomor 2/B2-56.

Untuk konduktor tambahan sebagai penghubung antara tiang 2/B2-56 ke Gardu Induk Kalisari yang nantinya akan menjadi penyulang KLS 12 digunakan konduktor AAAC 240 mm<sup>2</sup>. Pemilihan konduktor ini berdasarkan nilai impedansi yang kecil dari konduktor jenis tersebut.

Untuk data yang digunakan pada kondisi setelah pembangunan jaringan baru KLS 12 sama dengan kondisi *existing* KLS 06 yaitu meliputi data impedansi kabel jaringan KLS 06, panjang jaringan KLS 06 serta data beban per-section pada penyulang KLS 06. Hal ini dikarenakan kedua penyulang tersebut menyuplai daerah yang sama. Yang membedakan hanya jenis konduktor tambahan yang digunakan. Maka setelah pembangunan jaringan baru diperoleh pemisahan jaringan menggunakan Etap 4.0.0, sama dengan yang telah dilakukan untuk data *existing*. Yaitu dengan menggambar jaringan KLS 06 dan KLS 12 setelah pemisahan jaringan, memasukkan data rating sesuai tabel 4 dan 5, dan melakukan simulasi aliran daya pada Penyulang KLS 06 dan KLS 12

**Tabel 4 Arus Beban dan Konduktor KLS 06 setelah Pemisahan Jaringan**

Section no.	Arus Beban (A)	Panjang Jaringan		
		240 (mm <sup>2</sup> )	150 (mm <sup>2</sup> )	70 (mm <sup>2</sup> )
1	64	3,7	0,1	0,35
2	56	1,55		0,8
3	28	0,65	0,35	
4	4	0,95		0,2
5	24	1,9		0,65

**Tabel 5 Arus Beban dan Konduktor KLS 12 setelah Pemisahan Jaringan**

Section no.	Arus Beban (A)	Panjang Jaringan		
		240 (mm <sup>2</sup> )	150 (mm <sup>2</sup> )	70 (mm <sup>2</sup> )
6	32	9,4		0,95
7	24	1,55		
8	20	3		0,75
9	12	1,55		0,05
10	28	2,9		

Dari simulasi tersebut didapatkan nilai rugi daya dan jatuh tegangan penyulang KLS 06 dan KLS 12 jika dilakukan pemisahaan jaringan.



**Gambar 7 Report Simulasi Etap 4.0.0 Penyulang KLS 06 Setelah Pemisahan Jaringan**

### 3.4. Rugi Daya dan Jatuh Tegangan dengan Perhitungan

Untuk mencari nilai rugi daya dan jatuh tegangan dilakukan perbagian sesuai dengan besarnya arus yang melalui beban. Karena sebagian beban KLS 06 telah dilimpahkan pada penyulang KLS 12 maka untuk besarnya arus yang melalui penyulang KLS 06 setelah pembangunan jaring baru yaitu,

Tabel 6 Besar Arus pada Jaringan KLS 06

Bagian	Arus	Besar	Satuan
1	IA	176	A
2	IB	56	A
3	IC	24	A

### 3.5 Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Berdasarkan Etap 4.0.0

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencari nilai rugi daya dan jatuh tegangan setelah dilakukannya dan besarnya arus yang melalui penyulang KLS 12 setelah pembangunan jaring baru yaitu,

Tabel 7 Besar Arus pada Jaringan KLS 12

Bagian	Arus	Besar	Satuan
1	ID	116	A
2	IE	84	A
3	IF	40	A
4	IG	28	A

Karena tegangan di titik paling ujung setelah pembengunan jaring baru merupakan bagian dari KLS 12, maka untuk perhitungannya yang digunakan adalah arus dan impedansi yang ada di KLS 12. Maka nilai jatuh tegangan atau susut tegangan pada penyulang KLS 12 yaitu:

$$\Delta V \text{ (Volt)} = 331,09 + 129,64 + 16,45 + 20,08 = 497,26 \text{ Volt} = 0,497 \text{ kV}$$

atau dalam persentase dengan rumus (2.4)

$$\Delta V \text{ (\%)} = 2,5 \%$$

Pada perhitungan kali ini susut teknis atau rugi daya nyata yang dihitung merupakan susut teknis keseluruhan baik yang ada pada penyulang KLS 06 maupun KLS 12. Dan nilai susut teknis atau rugi daya nyata pada penyulang KLS 06 dan KLS 12 yaitu:

$$P_{\text{saluran}} = 38941,16864 + 1200,68032 + 319,61088 + 22890,27072 + 6753,43872 + 370,176 + 305,57184 = 70780,91712 \text{ Watt} = 0,071 \text{ MW}$$

atau dalam persentase dengan rumus (2.10)

$$P_{\text{saluran}} = 0,79 \%$$

### 3.6 Perbandingan Sebelum dan Setelah Pemisahan Jaringan

Dari pembahasan dan perhitungan yang telah disampaikan diatas dapat dilihat bahwa terjadi perubahan angka susut teknis dan susut tegangan sebelum penarikan jaring baru dan sesudah penarikan jaring baru. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8 Perbandingan Sebelum dan Setelah Pemisahan Jaringan

Tolak Ukur	Eksisting		Pengembangan	
	ETAP	Perhitungan	ETAP	Perhitungan
Susut Tegangan (kV)	1,003	1,087	0,556	0,497
Susut Tegangan (%)	5,015	5,435	2,78	2,5
Susut Teknis (MW)	0,151	0,147	0,075	0,071
Susut Teknis( %)	1,72	1,62	0,84	0,79

Berdasarkan tabel diatas terlihat terjadi penurunan angka susut teknis dan susut tegangan baik menggunakan *software* ETAP maupun secara perhitungan rumus.

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat saya ambil dari laporan penelitian yang saya susun ini adalah sebagai berikut :

1. Besar angka susut teknis atau rugi daya yang ada pada penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari PT PLN (Persero) Rayon Semarang Barat berdasarkan *software* ETAP adalah sebesar 1,72% dan secara perhitungan rumus sebesar 1,62%, dan jatuh tegangan berdasarkan *software* ETAP sebesar 5,015% dan secara perhitungan rumus sebesar 5,435%
2. Simulasi penekanan rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari PT PLN (Persero) Rayon Semarang Barat yang dilakukan adalah dengan memotong atau memisahkan jaringan.
3. Angka rugi daya dan jatuh tegangan penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari PT PLN (Persero) Rayon Semarang Barat berdasarkan hasil dari penekanan susut memotong jaringan berdasarkan *software* ETAP adalah sebesar 0,84% dan 2,78% dan secara perhitungan rumus sebesar 0,79% dan 2,5%
4. Terjadi penurunan angka rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang KLS 06 Gardu Induk Kalisari PT PLN (Persero) Rayon Semarang Barat setelah dilakukan pemisahan jaringan.

## Referensi

- [1]. Adiwismono, Agus. 2010. "Susut pada Jaringan Distribusi 20kV". Dalam *ORBITH*. Semarang: Politeknik Negeri Semarang.

- [2]. Akbar, Andi Ali. 2007. "Perhitungan Susut Daya pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Saluran Udara dan Kabel". Dalam *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, Vol.17, No. 3, Agustus 3007*. Bandung: Itenas.
- [3]. Prabowo, Romdhon. 2012. *Simulasi Aliran Daya Pemasangan Distributed Generation Pada Sistem Distribusi 12,5 Kv Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan Software Etap Power Station 4.0.0*. Penelitian (tidak diterbitkan). Solo : Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- [4]. PT PLN (Persero). 2010. *Buku 1 Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jarinan Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [5]. Ratnasari, Aprilia Dian. 2013. *Simulasi Losses dan Drop Tegangan Pada Penyulang KPK 06 Gardu Induk Krapyak Berdasarkan Data Existing dan Peramalan Beban Menggunakan Software Etap7.5.0*. Tugas Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [6]. Sarimun, Wahyudi. 2011. *Buku Saku Pelayanan Teknik (Yantek)*. Depok : Garamond.
- [7]. Sulasno. 2001. *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Semarang : Universitas Diponegoro
- [8]. Suswanto,Daman.2009. *Konsep DasarJ aringan Distribusi*. Padang ; Universitas Negeri Padang.