

## ANALISIS SUSUT ENERGI PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI DI PT. PLN APJ YOGYAKARTA UPJ WONOSARI UNIT SEMANU

**Henrey Daniel Dalam**

Prodi Teknik Elektro UTY Yogyakarta  
Jl. Ringroad Utara-Jombor-Sleman-Yogyakarta D.I 55285  
Telp (0274) 623310, Fax (0274) 623306, HP : 08122731381  
Email : [Henrey.daniel@gmail.com](mailto:Henrey.daniel@gmail.com)

### **Abstract**

*Energy losses of electrical distribution Engineering are important phenomenon in the determination of electrical tariff. Therefore, the energy losses of an electrical system should be really made as small as possible. The energy losses of PT. PLN APJ Yogyakarta UPJ Wonosari Semanu are great enough. Why are the enough losses being so big? The existing energy losses of an area present the electrical condition in that area. Simple analysis will represent electrical system service in the condition of load the length of the electrical system and the energy loss, and then determine the electrical service quality to customers. Load capacity and losses condition, which happen in the electrical distribution should be paid into attention, especially at peak load time, at which the energy loss can be known. The length of 20 KV feeder in Semanu may be the main cause of the great losses. The result analysis should the energy losses was big enough at peak load time. The losses increased due to the raise in the length of feeder. The energy losses of 855,751 kwh happened for the length of feeder of 32,94 km. While a length of line of 66,9 km made 1.616,970 kwh losses. The 61 ampere load has a relation to 1,172Kwh energy losses and the load at 221 ampere provided 129,673 kwh energy losses*

**Keywords :** *Dwindle Energi, phenomenon, Distribution Network system, feeder.*

### **1. PENDAHULUAN.**

#### **1.1 Latar Belakang**

Di dalam Sistem Tenaga Listrik ada tiga komponen utama sebagai penyalur tenaga listrik. Ketiga komponen tersebut adalah :

1. Sumber pembangkit, yang merupakan sumber utama dalam pembangkitan tenaga listrik.
2. Saluran transmisi, yang merupakan suatu penghantar guna penyaluran tenaga listrik jarak jauh.
3. Saluran distribusi, yang merupakan ujung jaringan pelayanan terhadap konsumen.

Susut energi pada jaringan distribusi listrik merupakan susut energi yang terbesar dalam suatu sistem jaringan tenaga listrik, menurut data statistik nasional pada tahun 2003 susut energi jaringan nasional mencapai 16,84% ( Biro Pusat Statistik 2003 ) terbagi atas:

- a. Susut energi pada jaringan transmisi 2,375 %.
- b. Susut energi pada jaringan distribusi 14,47%.

Sementara itu 1% susut energi diperkirakan senilai Rp 558 milyar (BPS), artinya susut jaringan 16,84% diperkirakan senilai Rp 9,396 trilyun kerugian yang harus ditanggung oleh PT PLN sebagai BUMN pengelola kelistrikan di Indonesia. Usaha dan upaya terus dilakukan untuk menurunkan prosentase susut energi yang terjadi. Sedangkan menurut PT. PLN APJ Yogyakarta data neraca energi pada periode tahun 2005 adalah sebagai berikut :

1. Susut energi untuk APJ Yogyakarta tahun 2005 adalah 8,72 %
2. Susut energi untuk UPJ Wonosari tahun 2005 adalah 21,57 %.

Dari data tersebut di atas nampak bahwa nilai susut energi yang terjadi di UPJ Wonosari masih sangat besar yakni 21,57% atau 30.970.911,20 KWH dari 1.435.832.694,00 KWH ( Neraca KWH & Losses 2005 PT.PLN ) sementara nilai susut energi untuk APJ Yogyakarta hanya mencapai 8,72% atau 129.158.365,40 KWH dari 1.481.173.915,00 KWH ( Neraca KWH & Losses 2005 PT.PLN ). Sedangkan Sistem Jaringan Distribusi unit Semanu yang merupakan bagian dari UPJ Wonosari dengan 5 feeder unit pelayanan di tahun 2006 memiliki data sebagai berikut :

**Tabel 1.** Neraca energi bulan september tahun 2006.

FEEDER	KWH PRODUKSI	KWH JUAL	LOSSES	
			(kwh)	(%)
SEMANU 1	3.500,228	2.656,673	843,555	24,12
SEMANU 2	4.844,892	3.924,847	920,045	18,99
SEMANU 3	5.523,157	4.823,373	699,784	12,67
SEMANU 4	7.556,896	5.767,424	1.789,472	23,68
SEMANU 5	14.879,408	13.446,521	1.432,887	9,63
JUMLAH	36.304,581	30.618,838	5.685,743	15,66

\* Tabel dicuplik dari laporan tahunan PT.PLN APJ Yogyakarta 2006.

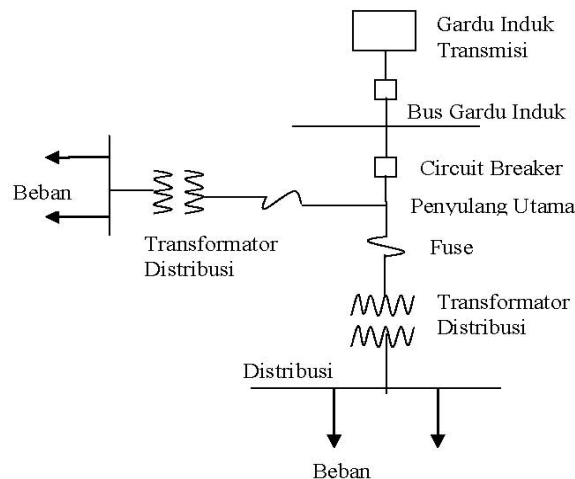
Dari data nampak nilai *losses* yang terjadi sangat besar ( PUIL 2000 ). Untuk itu perlu adanya penelitian yang dapat mengungkapkan mengapa nilai susut energi di UPJ Wonosari unit Semanu cukup besar, ditinjau dari panjang jaringan & beban puncak khususnya nilai susut energi pada Sistem Jaringan Distribusi .

## 2. TINJAUAN DASAR SUSUT ENERGI

### 2.1 Dasar Pengembangan Perhitungan Susut Energi.

Sistem Jaringan Distribusi di Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan Sistem Distribusi Radial yang memiliki identitas sebagai berikut :

1. Tegangan nominal sistem jaringan primer adalah 20 KV.
2. Sistem pentanahan adalah titik netral ditanahkan langsung sepanjang jaringan. Penghantar netral digunakan bersama untuk tegangan menengah dan tegangan rendah yang berada di bawahnya ( *System Solid Multi grounding* ).
3. Konstruksi jaringan adalah :
  - a. Saluran utama menggunakan konduktor diameter 240 mm dan 150 mm untuk tiga fasa empat kawat.
  - b. Saluran cabang menggunakan penghantar dengan diameter 100 mm dan 55 mm untuk tiga fasa empat kawat, dan 55 mm dan 35 mm untuk satu fasa dua kawat.
4. Sistem pelayanan radial dengan kemungkinan saluran utama antara jaringan yang bertetangga dapat saling dihubungkan dalam keadaan darurat.
5. Pelayanan beban adalah tiga fasa empat kawat dengan tegangan 20 / 11,6 KV dan satu fasa dua kawat dengan tegangan 20 /  $\sqrt{3}$  KV



**Gambar 1** Sistem jaringan distribusi radial

Secara mudah susut energi dapat dinyatakan sebagai selisih energi antara energi beli dan energi jual. Energi jual adalah energi yang dikonsumsi oleh pelanggan secara tercatat. Sedangkan energi beli adalah energi yang display

oleh P3B. Kondisi ideal adalah energi beli sama dengan energi jual (energi yang sebenarnya digunakan oleh konsumen yang teradministrasi dengan benar) ditambah susut energi teknis akibat jaringan distribusi tersebut dilewati arus. Persamaan susut jaringan distribusi dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Susut}(Dist) = \text{Susut}(JTM) + \text{Susut}(trafo) + \text{Susut}(JTR + DR) \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{atau dalam bentuk energi : \% Susut Energi(Dist)} = \frac{E_{in(Dist)} - E_{out(Dist)}}{E_{in(Dist)}} \times \% 100 \dots\dots\dots(2)$$

Susut energi pada setiap bagian jaringan distribusi terdiri dari dua yaitu :

1. Susut Teknis.

Susut teknis merupakan energi yang hilang pada saluran akibat adanya penyaluran energi ke pelanggan PLN. Secara teknis susut energi ini terjadi karena adanya disipasi daya pada saluran dan transformator, karena setiap peralatan cabang tersebut memiliki parameter energi. Susut energi ini dapat mengakibatkan jatuh tegangan pada sisi beban. Selain itu susut energi juga merupakan fungsi arus dan resistans, [ f ( I,r ) ] atau dengan rumus :

$$E_{\text{susut Teknis}} = I_k^2 r_k t \dots\dots\dots(3)$$

dengan :  $I_k$  = Arus mengalir di komponen jaringan distribusi.  $r_k$  = Resistans komponen.

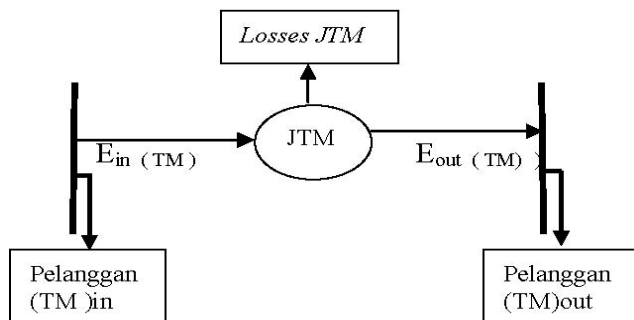
t = Periode waktu pengamatan.

2. Susut Non Teknis.

Susut energi non teknis ini merupakan selisih energi dari energi beli dikurangi energi jual . Susut non teknis disebabkan oleh masalah administrasi dalam pencatatan meter / pengukuran serta sistem billing. Disamping adanya pelanggaran penggunaan energi listrik ( pencurian energi listrik ) oleh pelanggan liar.

**2.2 Model Sistem**

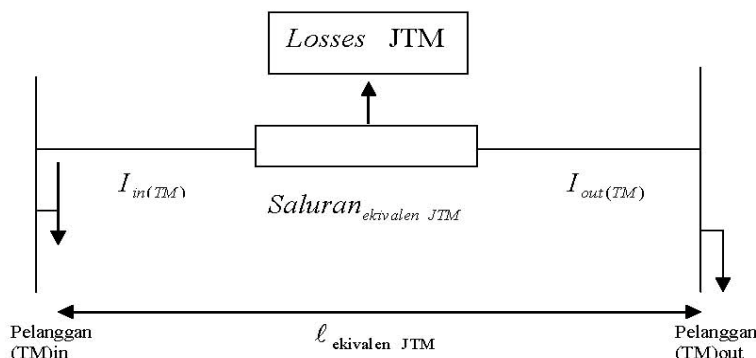
Dalam menghitung susut energi dilakukan pemodelan sistem seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2. Diagram jaringan distribusi

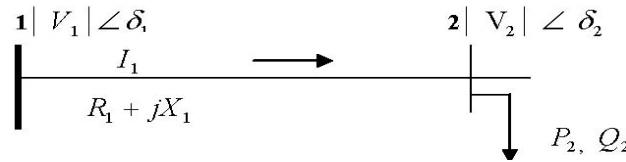
Di dalam metode ini semua jaringan direpresentasikan sebagai satu unit komponen jaringan. Walaupun dalam kenyataannya akan terdiri dari bermacam-macam ukuran, kuantitas dan topologi jaringan. Sedangkan rangkaian ekuivalen jaringan distribusi tersebut terlihat pada gambar 3

gambar 3.



Gambar 3. Diagram rangkaian ekuivalen jaringan distribusi

Sedangkan gambar 4. adalah rangkaian ekivalen dari sistem jaringan distribusi



Gambar 4. Rangkaian ekivalen sistem jaringan distribusi.

Dari gambar 4 dapat dibuat suatu persamaan sebagai berikut :  $\angle \delta_1 -$

$$I_1 = \frac{|V_1| \angle \delta_1 - |V_2| \angle \delta_2}{R_1 + jX_1} \dots\dots\dots(4)$$

$$P_2 - jQ_2 = V_2 * I_1 \dots\dots\dots(5)$$

$$I_1 = \frac{P_2 - jQ_2}{V_2} \dots\dots\dots(6)$$

dengan : P2 = jumlah beban aktif .      Q2 = jumlah beban reaktif.

**2.3 Rugi-rugi Energi pada Jaringan Distribusi**

Pada umumnya beban-beban pada sistem distribusi mempunyai faktor daya terbelakang (bersifat induktif). Beban dengan kondisi seperti ini akan banyak membutuhkan daya reaktif yang relatif besar, akibatnya arus reaktif yang mengalir pada jaringan juga menjadi besar. Dari besarnya daya reaktif ini akan menimbulkan akibat diantaranya :

- a. Beda tegangan saat beban ringan dengan beban penuh cukup besar, artinya regulasi tegangan jelek.
- b. Pembangkit harus membangkitkan daya reaktif yang lebih besar dengan daya aktif yang sama.
- c. Penyaluran daya pada sistemjaringan menurun dan losses tembaga bertambah.

Besarnya rugi-rugi daya pada saluran merupakan kuadrat arus & kelipatan resistans saluran yang dirumuskan :  $P = I^2R$

dengan  $I^2 = (I_r)^2 + (I_x)^2$

$I_r$  = Komponen arus nyata

$I_x$  = Komponen arus reaktif

$I$  = Arus total yang melalui saluran.

$R$  = resistans saluran

Dari rumus tersebut dapat dilihat bahwa dengan penyaluran arus aktif yang sama, penambahan arus reaktif memperbesar rugi-rugi daya yang disalurkan. Bertambahnya rugirugi ini menyebabkan beban bagi sistem pembangkitan karena rugi-rugi daya disalurkan merupakan tanggung jawab pembangkit. Untuk itu rugi-rugi daya pada saluran ini harus diusahakan seminimal mungkin, salah satu cara adalah dengan memperkecil arus reaktif. Dengan memperkecil atau mengurangi arus reaktif pada jaringan mengakibatkan komponen penyebab rugi-rugi daya hanya faktor arus aktif dan sedikit arus reaktif. Cara yang paling efektif untuk memperkecil arus reaktif ini adalah dengan menempatkan sumber daya reaktif (Gonen T, 1986). Keuntungan yang diperoleh dengan kompensasi ini adalah memperbaiki regulasi tegangan, memperbaiki faktor daya sumber, berarti mengurangi daya semu (KVA) yang dibangkitkan. Adapun sumber-sumber daya reaktif ini dapat diperoleh dengan cara memasang motor sinkron atau kapasitor secara seri / paralel.

Besarnya rugi-rugi daya pada suatu percabangan atau cabang ke i sebelum pemasangan kapasitor dinyatakan sebagai berikut :  $P_i = R_i [(I_{ri})^2 - (I_{xi})^2] \dots\dots\dots(7)$

dengan :  $R_{i_i}$  = Resistans cabang ke i dalam ohm.

$I_{ri}$  = Komponen arus nyata cabang ke i dalam ampere.

$I_{xi}$  = Komponen arus reaktif cabang ke i dalam ampere reaktif

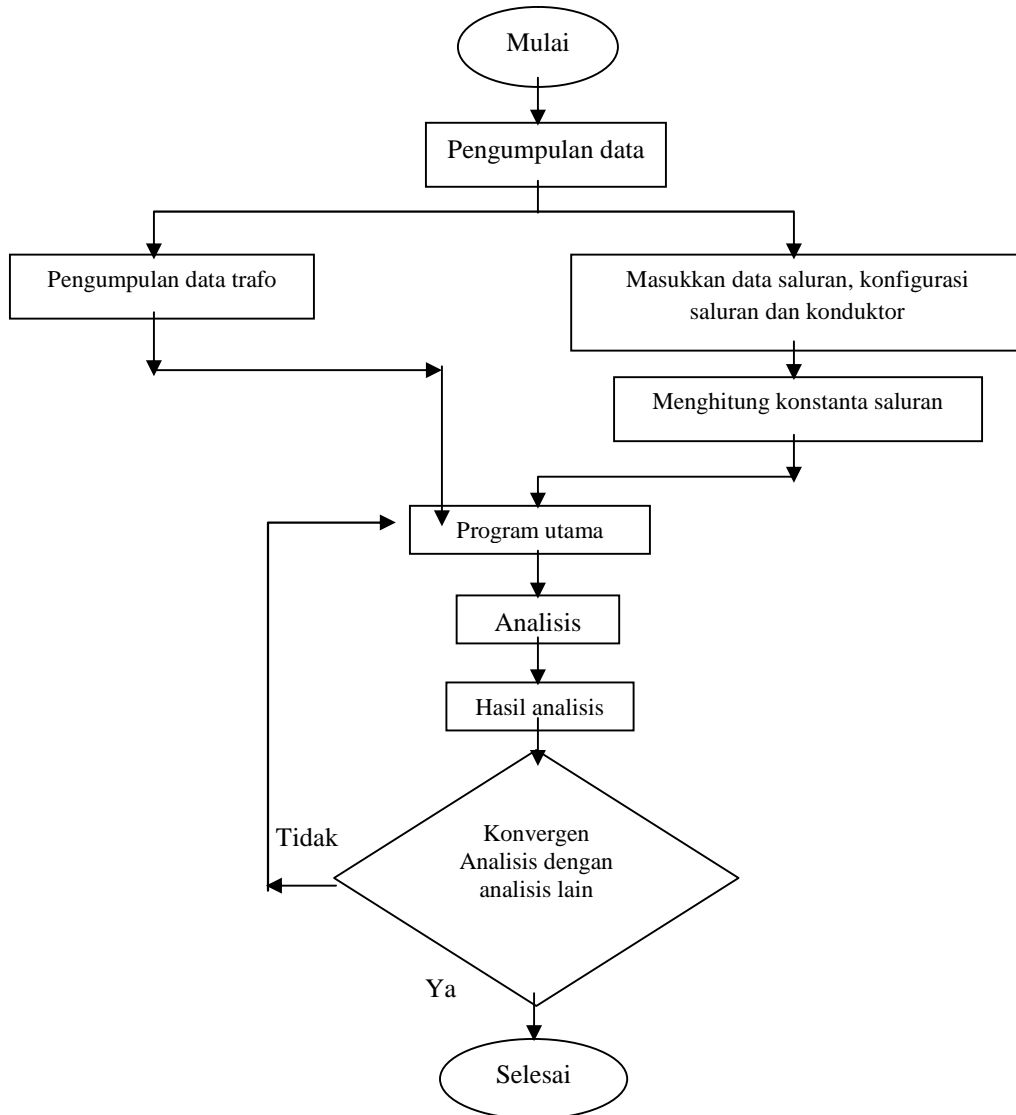
### 3. CARA PENELITIAN

Materi kajian dalam penelitian ini terdiri atas

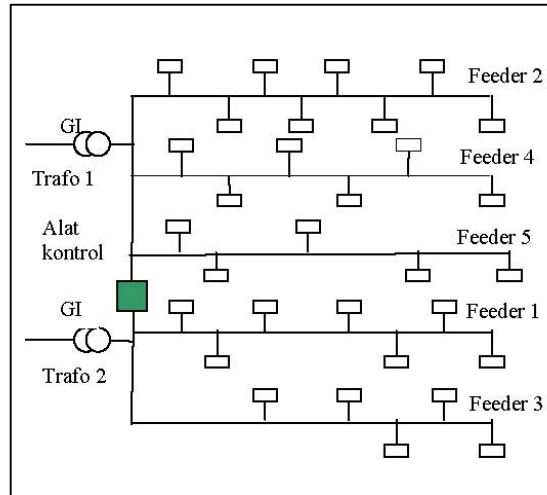
1. Melakukan pengukuran tegangan, arus dan daya di Gardu Induk
2. Melakukan pengukuran beban di saluran pada titik-titik tertentu.
3. Menganalisis perhitungan panjang jaringan, *losses*, dan susut energi.

Diagram alir penelitian pada gambar 5 menggambarkan langkah-langkah yang dijalankan untuk lancarnya penelitian ini. Model Jaringan Distribusi diwakili oleh gambar 6, transformator dan Jaringan Tegangan Rendah dianggap sebagai beban sehingga yang nampak hanyalah suatu model sistem jaringan tegangan menengah saja. Data yang diterima dicermati untuk dapat dianalisis dengan model rangkaiannya. Model rangkaian mencakup sebagai berikut :

- a. Mengimplementasikan sumber tegangan.
- b. Mengimplementasikan transformator dan JTR sebagai beban.
- c. Pemasangan alat ukur pada tempat-tempat yang diukur



Gambar 5. Diagram alir Penelitian



Gambar 6. Diagram model Suster Jaringan Distribusi unit Semanu.

Keterangan :

□ = Beban pelayanan berupa JTR atau transformator Distribusi.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran yang telah dilaksanakan mulai tanggal 2 September 2006 terhadap dua unit transformator daya dengan kapasitas 30 MVA masing-masing unit pada Gardu Induk Semanu dapat dilihat pada tabel 1, 2, 3, 4 dan 5.

**Tabel 1** Hasil pengukuran beban *feeder* Semanu 1 pada pukul 18.00 s/d 23.00 wib

No	Lokasi	No.Tiang Pengukuran	Beban ( A )		
			R	S	T
1	Mijahan, Semanu	SMU 1-3	187	221	165
2	Baleharjo, Wonosari	33/S3-476	173	190	144
3	Selang, Wonosari	14/S3-463	165	188	139
4	Budegan, Wonosari	35/S3-17	50,9	61	18,7

**Tabel 2** Hasil Pengukuran beban *feeder* Semanu 2 pada pukul 18.00 s/d 23.00 wib

No	Lokasi	No.Tiang pengukuran	Beban ( A )		
			R	S	T
1	Mijahan, Semanu	SMU2-1	192	206	215
2	Baleharjo, Wonosari	507/S3-196	190	205	214
3	Wonosari, Wonosari	477/S3-196	186	200	207
4	Wonosari, Wonosari	1/S3-475	17,9	40,5	46

**Tabel 3** Hasil pengukuran beban *feeder* Semanu 3 pada pukul 18.00 s/d 23.00 wib.

No	Lokasi	No.Tiang pengukuran	Beban ( A )		
			R	S	T
1	Mijahan, Semanu	SMU3-1	173	169	167
2	Jirak, Semanu	569/S3-196	140	168	165
3	Jirak, Semanu	1/S3-575	51,9	25,5	45,2
4	Ngeposari, Semanu	617/S3-196	76,3	130	104

**Tabel 4** Hasil pengukuran beban *feeder* Semanu 4 pada pukul 18.00 s/d 23.00 wib

No	Lokasi	No.Tiang Pengukuran	Beban ( A )		
			R	S	T
1	Mijahan, Semanu	SMU4-2	223	248	220
2	Plumbungan, Krmojo	4/S3-159	214	235	220
3	Karangmojo I, krmojo	161/S3-476	62,2	53,5	43,4
4	Plumbungan, Krmojo	146/S3-476	45,4	29,5	54,3

**Tabel 5** Hasil pengukuran beban *feeder* Semanu 5 pada pukul 18.00 s/d 23.00 wib

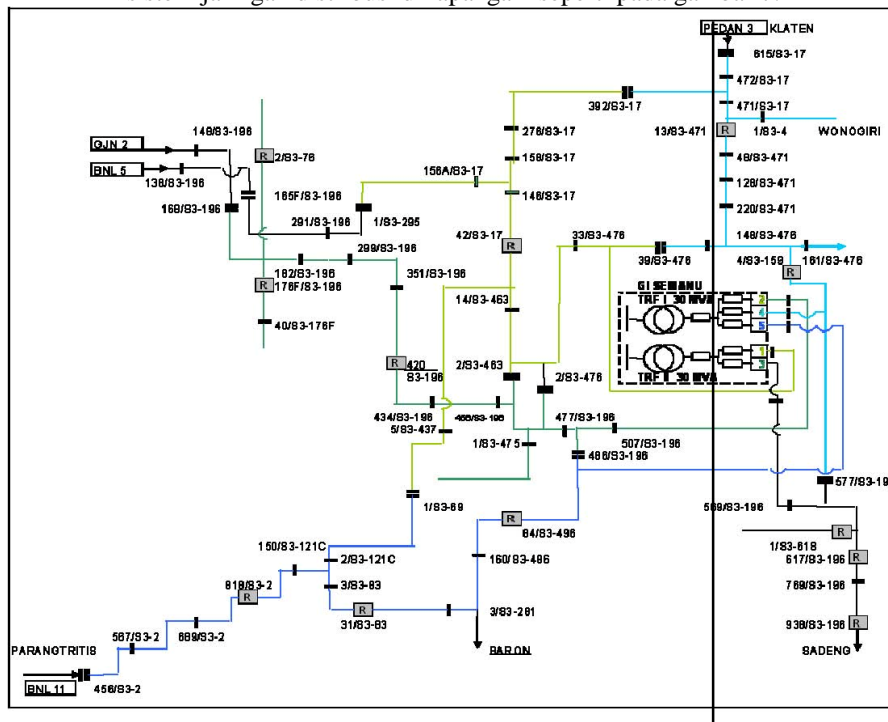
No	Lokasi	No.Tiang pengukuran	Beban ( A )		
			R	S	T
1	Mijahan, Semanu	SMU5-5	240	190	178
2	Tegalsari, Siraman	17/S3-486	212	189	169
3	Mulo, Wonosari	84/S3-486	195	181	163
4	Mulo, Wonosari	1009/S3-486	32,2	26,1	67

**4.2 Analisis**

Pada sistem jaringan distribusi wilayah Semanu dengan dua unit transformator masing-masing kapasitas 30 MVA untuk melayani lima *feeder* yakni :

1. Transformator Pertama melayani *feeder* Semanu 1 dan 3.
2. Transformator kedua melayani *feeder* Semanu 2, 4 dan 5

Sistem jaringan distribusi tersebut dianalisis sesuai dengan model sistem jaringan distribusi sebagai perwakilan dari sistem jaringan distribusi di lapangan seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram satu garis Sistem Jaringan Distribusi Semanu.

Dalam model sistem jaringan ada beberapa pedoman yang dipakai yakni :

1. Transformator distribusi dan Sistem Jaringan tegangan Rendah (JTR) pada sistem jaringan dianggap sebagai beban.
2. Analisis dilakukan dengan mengasumsikan bahwa beban puncak terjadi malam hari pada jam 18.00 wib sampai jam 23.00 wib, saat ini beban dianggap konstan / tetap

Pada analisis ini jarak antar tiang diasumsikan 60 meter dan jenis penghantar yang dipakai adalah AAAC diameter 240 mm<sup>2</sup> dengan nilai  $R = 0,15 \text{ ohm/km}$  dan  $X = 0,301 \text{ ohm/km}$  (Chas.T.Man 2000). Hasil analisis panjang jaringan, losses dan susut energi adalah sebagai berikut :

**Tabel 6** Hasil perhitungan panjang jaringan dan resistans serta reaktans feeder Semanu 1

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Jumlah Tiang	Panjang (KM)	Resistans ohm	Reaktans ohm
1	SMU 1-3	33/S3-476	59	3,54	0,531	1,06554
2	33/S3-476	14/S3-463	34	2,04	0,306	0,61404
3	14/S3-463	35/S3-17	45	2,7	0,405	0,8127
4	35/S3-17	42/S3-17	7	2,4	0,36	0,7224

**Tabel 7** Hasil perhitungan losses dan susut energi pada saat beban puncak pada feeder Semanu 1

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Losses fasa R (kw)	Losses fasa S (kw)	Losses fasa T (kw)	Susut energi		
						R (Kwh)	S (Kwh)	T (Kwh)
1	SMU 1-3	33/S3-476	18.569	25.935	14.456	92.843	129.673	72.282
2	33/S3-476	14/S3-463	9.158	11.047	6.345	45.791	55.233	31.726
3	14/S3-463	35/S3-17	11.026	14.314	7.825	55.131	71.572	39.125
4	35/S3-17	42/S3-17	0.933	1.340	0.126	4.663	6.698	0.629

**Tabel 8** Hasil perhitungan panjang jaringan dan resistans serta reaktan feeder Semanu 2

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Jumlah tiang	Panjang (KM)	Resistans (ohm)	Reaktans (ohm)
1	SMU2-1	507/S3-196	23	1,38	0,207	0,41538
2	507/S3-196	477/S3-196	30	1,8	0,27	0,5418
3	477/S3-196	458/S3-196	19	1,14	0,171	0,34314
4	1/S3-475	458/S3-196	17	1,02	0,153	0,30702

**Tabel 9** Hasil perhitungan losses dan susut energi pada saat beban puncak untuk feeder Semanu 2.

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Losses fasa R (kw)	Losses fasa S (kw)	Losses fasa T (kw)	Susut energi		
						R(Kwh)	S(Kwh)	T(Kwh)
1	SMU2-1	507/S3-196	7.6308	8.7843	9.5686	38.154	43.921	47.843
2	507/S3-196	477/S3-196	9.747	11.347	12.365	48.735	56.734	61.825
3	477/S3-196	458/S3-196	5.9159	6.84	7.3272	29.580	34.200	36.636
4	1/S3-475	458/S3-196	0.049	0.251	0.3237	0.245	1.255	1.619

**Tabel 10** Hasil perhitungan panjang jaringan dan resistans serta reaktans feeder Semanu 3.

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Jumlah Tiang	Panjang (KM)	Resistan (ohm)	Reaktans (ohm)
1	SMU3-1	569/S3-196	39	2,34	0,351	0,70434
2	569/S3-196	617/S3-196	48	2,88	0,432	0,86688
3	1/S3-575	617/S3-196	42	2,52	0,378	0,75852
4	617/S3-196	760/S3-196	143	8,58	1,287	2,58258



**Tabel 11** Hasil perhitungan *losses* dan susut energi pada saat beban puncak pada *feeder* Semanu 3.

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Losses fasa R (kw)	Losses fasa S (kw)	Losses fasa T (kw)	susut energi		
						R(Kwh)	S(Kwh)	T(Kwh)
1	SMU3-1	569/S3-196	10.505	10.025	9.789	52.525	50.125	48.945
2	569/S3-196	617/S3-196	8.4672	12.193	11.761	42.336	60.964	58.806
3	1/S3-575	617/S3-196	1.0182	0.2458	0.7723	5.091	1.229	3.861
4	617/S3-196	760/S3-196	7.4925	21.75	13.92	37.463	108.752	69.601

**Tabel 12** Hasil perhitungan panjang jaringan dan resistans serta reaktans *feeder* Semanu 4

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Jumlah Tiang	Panjang (KM)	Resistans (ohm)	Reaktans (ohm)
1	SMU4-2	4/S3-159	162	9,72	1,458	0,438858
2	4/S3-159	161/S3-476	6	0,36	0,054	0,016254
3	161/S3-476	146/S3-476	15	0,9	0,135	0,040635
4	146/S3-476	220/S3-471	225	13,5	2,025	0,609525

**Tabel 13** Hasil perhitungan *losses* dan susut energi pada saat beban puncak pada *feeder* Semanu 4

Semanu No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Losses fasa R (kw)	Losses fasa S (kw)	Losses fasa T (kw)	susut energi		
						R(Kwh)	S(Kwh)	T(Kwh)
1	SMU4-2	4/S3-159	72.505	89.673	70.567	362.524	448.364	352.836
2	4/S3-159	161/S3-476	2.473	2.9822	2.6136	12.365	14.911	13.068
3	161/S3-476	146/S3-476	0.5223	0.3864	0.2543	2.611	1.932	1.271
4	146/S3-476	220/S3-471	4.1738	1.7623	5.9707	20.869	8.811	29.853

**Tabel 14** Hasil Perhitungan panjang jaringan dan resistans serta reaktans *feeder* Semanu 5

No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Jumlah Tiang	Panjang (KM)	Resistans (ohm)	Reaktans (ohm)
1	SMU5-5	17/S3-486	61	3,66	0,549	1,10166
2	17/S3-486	84/S3-486	67	4,02	0,603	1,21002
3	84/S3-486	109/S3-486	25	1,5	0,225	0,4515
4	109/S3-486	160/S3-486	51	3,06	0,459	0,92106

**Tabel 15** Hasil perhitungan *losses* dan susut energi pada saat beban puncak pada *feeder* Semanu 5

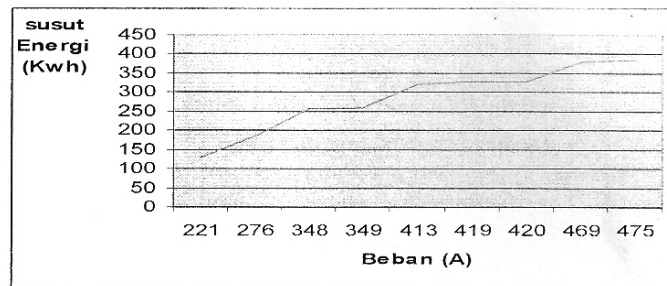
No	Kode tiang Sisi kirim	Kode tiang Sisi terima	Losses Fasa R (kw)	Losses fasa S (kw)	Losses fasa T (kw)	Susut energi		
						R(Kwh)	S(Kwh)	T(Kwh)
1	SMU5-5	17/S3-486	31.622	19.819	17.395	158.112	99.095	86.973
2	17/S3-486	84/S3-486	27.101	21.54	17.222	135.506	107.699	86.111
3	84/S3-486	109/S3-486	8.5556	7.3712	5.978	42.778	36.856	29.890
4	109/S3-486	160/S3-486	0.4759	0.3127	2.0605	2.380	1.563	10.302

Perbandingan antara hasil analisis dengan pencatatan PT.PLN APJ Yogyakarta nampak pada tabel 16

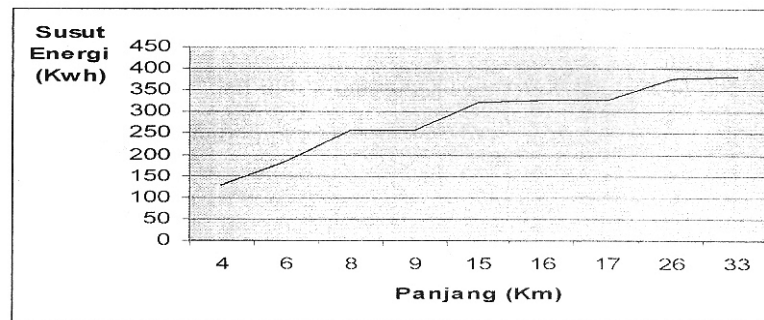
**Tabel 16.** Perbandingan energi menurut PT.PLN dan hasil analisis

No	Feeder	Energi Produksi Kwh	Susut Energi menurut PT.PLN		Susut Energi menurut analisis	
			Kwh	%	Kwh	%
1	Semanu 1	3,500.23	843,555	24,12	855.751	24.44
2	Semanu 2	4,844.89	920,045	18,99	917.072	18.92
3	Semanu 3	5,523.16	699,784	12,67	679.275	12.29
4	Semanu 4	7,556.90	1.789,472	23,68	1,616.97	21.39
5	Semanu 5	14,879.41	1.432,887	9,63	1,475.89	9.91
Jumlah		36,304.58	5.685,743	15,66	5544.961	15.27

Sedangkan perbandingan antara beban dengan susut energi dapat diambil contoh pada fasa S feeder Semanu 1 (gambar 8) dan untuk panjang jaringan dengan susut energi juga nampak pada gambar 9 berikut di bawah ini.



**Gambar 8** Grafik hubungan antara beban dengan susut energi fasa S untuk feeder Semanu 1



**Gambar 9** Perbandingan antara panjang jaringan dengan susut energi pada fasa S di feeder Semanu 1.

## 5. KESIMPULAN

Analisis susut energi yang terjadi pada sistem jaringan distribusi radial di PLN APJ Yogyakarta UPJ Wonosari unit Semanu menunjukkan bahwa, feeder satu memiliki panjang jaringan 32,94 Km dengan nilai susut energi 855,751 Kwh, feeder dua panjang jaringan 21,9 Km dengan susut energi 917,072 Kwh, feeder tiga panjang jaringan 54,66 Km dengan susut energi 679,275 Kwh, feeder empat panjang jaringan 66,9 Km dengan nilai susut energi 1.616,97 Kwh, feeder lima panjang jaringan 66,4 Km dengan nilai susut energi 1.475,89 Kwh. Nilai susut energi relatif semakin besar, apabila jaringan semakin panjang.

Losses yang terjadi pada sistem jaringan distribusi menjadi penyebab besarnya susut energi. Pada saat beban puncak losses yang terjadi cukup besar, maka susut energi yang terjadi juga memiliki nilai cukup besar. Hasil analisis menunjukkan bahwa saat beban puncak susut energi untuk :

1. Feeder Semanu satu adalah 855,751 Kwh atau 24,44 %.
2. Feeder Semanu dua adalah 917,072 Kwh atau 18,92 %.
3. Feeder Semanu tiga adalah 679,275 Kwh. Atau 12,29 %.
4. Feeder Semanu empat adalah 1.616,969 Kwh atau 21,39 %.

5. Feeder Semanu lima adalah 1.475,894 Kwh. Atau 9,91 %.

Atau susut energi total pada unit Semanu adalah 5.544,961 atau 15,27 %.

Hasil ini menunjukkan adanya selisih yang relatif kecil dengan pencatatan dari PT. PLN APJ Yogyakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bae, Y.G., Agustus 1978, *Analysis Method of Capacitor Allocation on Distribution Primary Feeders*, IEEE Trans Power Appar System, vol PASS-97, no 4, 1232-38.
- Chang, N.E., Oktober 1969, *Location Shunt Capacitors on primary Feeder for Voltage Control and Losses*, IEEE Trans Appar Syst, vol PAS 88, No 10, 1574-77
- Gonen T, 1987, *Electric Distribution System Engineering*, Singapura Mc. G. Hill.
- Gonen Turan, 1988, *Modern Power System Analysis*, Singapura Mc Graw Hill
- Grainger dan Stevenson, 1983, *Analysis Power System*, Singapura Mc Graw Hill
- Granaghan Mc, Dugan, M.F.R.C and Sponsler W.L, 1980, *Digital Simulation of Quality Distribution System paper 80 SM 665 - 0*, IEEE PES Summer Meeting Minneapolis, Minn, July 13-18.
- Grainger, J.J., dan Lee S.H, maret 1981, *Optimum Size and Location of Shunt Capacitor For Losses on Distribution Feeder*, IEEE Trans Power Appar System vol PAS - 100, 1105 - 1118.
- Hartojo, Ir, 2004, *Usaha Penurunan Losses Distribusi secara Komprehensif*, Seminar Losses Energi 2004, Proceeding kerja sama PLN Distribusi Jateng - DIY dengan MSEE jurusan Teknik Elektro FT UGM.
- Lawrence R.F, Griscom Fan S.B, 1957, *Electric Utility Engineering Reference Book, Vol III Distribution System*, Pennsylvania Westinghouse.
- Momoh James, A, 2001, *Electric Power System Analysis Application of Optimization*, USA, Macel Dekker.
- Ngapuli I Sinisuka Ir, Dr 2003, *Analisis Susut Energi dengan PPSP versi 101, PPSE versi 101 dan PAPSE versi 1.02* kerja sama ITB dengan PLN Distribusi Jateng- DIY.
- Pakpahan Parouli, Ir, Dr dan Bambang Anggoro, Ir, MT, 2004, *Perangkat Lunak untuk perhitungan Susut Energi Listrik*, Proceeding Seminar Losses Energi Kerja sama PLN Distribusi Jateng - DIT dengan MSEE Jurusan Teknik Elektro, FT UGM.
- Saadat Hadi, 1999, *Power System Analysis*, Mc Graw Hill, USA.
- Yu You Nan 1983, *Electric Dynamic*, London Academic Press