

**ANALISA RUGI-RUGI DAYA DAN DROP TEGANGAN DARI SISI  
EKONOMIS PADA PENYULANG HARPA  
DI PLTU BATURAJA  
PT PLN (PERSERO) AREA LAHAT**

**SUBIANTO**

*(sdaeny@yahoo.com)*

*Dosen Tetap Yayasan pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Palembang*

**ABSTRAK**

Penyediaan energi listrik bagi konsumen harus tetap diperlukan suatu usaha agar mutu dan kontinuitas penyediaan yang baik. Sistem distribusi yang terlalu jauh dari pusat beban akan mempunyai dampak menurunnya kualitas tegangan. Sehubungan dengan hal itu penyediaan energi listrik dibutuhkan sistem distribusi yang baik. Sistem distribusi yang baik merupakan suatu sistem yang mendistribusikan energi listrik dari gardu induk melalui jaringan distribusi primer dan sekunder sampai ke beban. Energi listrik yang tersalurkan ke jaringan tegangan rendah pada umumnya lebih kecil dibandingkan dengan energi yang dibangkitkan pada pusat pembangkitnya. Hal ini disebabkan oleh rugi-rugi dari peralatan distribusi berupa sistem jaringan dan transformator distribusi dan peralatan lainnya.

Untuk mendapatkan hasil perhitungan pada penyulang harpa, khususnya dengan melakukan perhitungan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada penyulang harpa dengan menggunakan metode topologi jaringan distribusi primer. Setelah dilakukakn perhitungan dengan mengambil data beban harian dan data jaringan distribusi maka di dapat rugi-rugi daya dan jatuh tegangan. Persentase Jatuh Tegangan adalah sebesar 10,55%. Presentase Rugi-rugi Daya adalah sebesar 21,5%. Rugi-rugi energi yang didapat selama satu bulan adalah sebesar 665.955,55 kWh / bulan. Biaya kerugian selama satu bulan adalah sebesar Rp. 759.808.665,66,- / bulan.

*Kata kunci : Penyulang, rugi rugi, drop tegangan, ekonomis.*

**1. PENDAHULUAN**

**1.1. Latar Belakang** <sup>[1],[4],[7]</sup>

Kebutuhan akan penggunaan energi listrik saat ini merupakan kebutuhan yang dirasakan sangat mendasar oleh semua masyarakat sekarang ini. Dalam menikmati kebutuhan sehari hari yang dipergunakan untuk penerangan, rumah tangga, industri, perkantoran dan kebutuhan penunjang lainnya, diperlukan kualitas tegangan listrik yang sesuai standar tegangan pelayanan.

Dalam memenuhi standar tegangan listrik diperlukan beberapa piranti peralatan agar dapat mempertahankan kualitas standar tegangan pelayanan juga pemilihan jenis konstruksi yang tepat untuk memenuhi standar tersebut. Diantaranya penggunaan penghantar, trafo daya, jaringan distribusi 20 kV, trafo distribusi 20 kV/400 V. Seiring dengan semakin meningkatnya permintaan akan energi listrik maka dibutuhkan upaya peningkatan kualitas penyediaan energi listrik juga jaminan kontinuitas layanan.

Sistem distribusi yang baik merupakan suatu sistem yang mendistribusikan energi listrik dari gardu induk melalui jaringan tegangan menengah dan tegangan rendah sampai ke beban. Energi listrik yang tersalurkan ke jaringan tegangan rendah pada umumnya lebih kecil dibandingkan dengan energi yang dibangkitkan pada pusat pembangkitnya. Hal ini disebabkan oleh rugi-rugi dari peralatan distribusi berupa sistem jaringan distribusi, transformator distribusi dan peralatan lainnya.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui seberapa besar drop tegangan dan rugi-rugi daya pada penyulang Harpa
2. Dapat mengetahui analisis ekonomis rugi-rugi daya dan drop tegangan pada Penyulang Harpa di PLTU Baturaja.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini, bagi perusahaan khususnya PT PLN (Persero) Area Lahat, dapat membantu dalam pengoperasian jaringan tegangan menengah untuk memberikan pelayanan yang lebih baik.

## 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah menitik beratkan pembahasan pada analisa rugi rugi daya dan drop tegangan dari sisi ekonomis pada penyulang Harpa yang ada di PLTU Baturaja.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Tenaga Listrik <sup>[1],[3],[5]</sup>

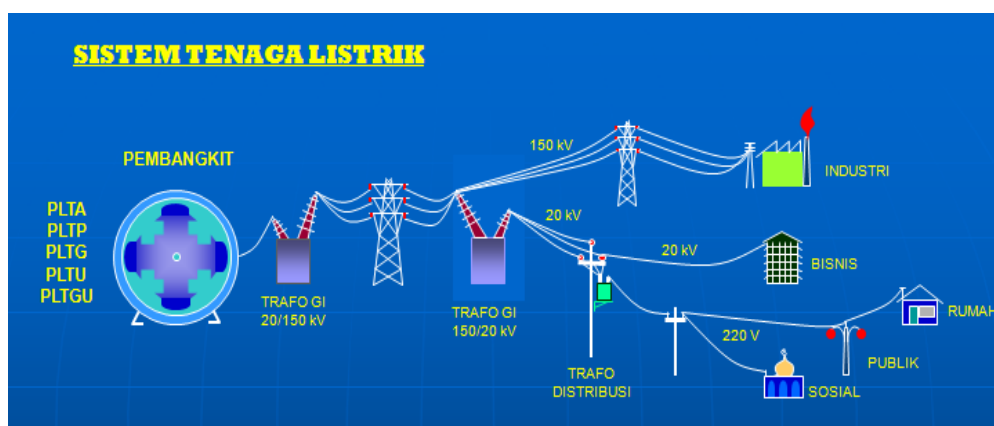
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sumber daya besar yang dapat berupa suatu pusat pembangkit tenaga listrik atau gardu induk yang menerima daya melalui jaringan transmisi.

Jaringan subtransmisi keluar dari sumber daya besar menuju satu atau lebih gardu distribusi yang terletak di dalam daerah beban. Jaringan dapat berupa pola radial dengan satu atau lebih sumber pada ujung saluran atau pola ring atau loop yang dihubungkan dengan satu atau beberapa sumber dan dapat berupa kabel tanah, kabel udara atau kombinasi keduanya. Menurut SPLN T6.001-2013 Tegangan Tegangan Standar Tegangan Transmisi yang dipakai adalah 35 kV – 245 kV

Tegangan Transmisi diturunkan menjadi tegangan Tegangan menengah oleh transformator daya di Gardu Induk, selanjutnya menjadi tegangan menengah 20 kV disalurkan ke transformator-transformator distribusi yang ada di daerah beban.

Pada transformator distribusi tegangan Tegangan menengah diturunkan menjadi tegangan sekunder yang selanjutnya oleh jaringan sekunder disalurkan ke pusat beban. Sistem distribusi dikatakan dapat terjamin bila sistem distribusi tersebut memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Tercapainya kontinuitas pelayanan.
- Flexibilitas terhadap pertumbuhan beban.



Gambar : Diagram satu garis Sistem Tenaga Listrik

Dari gambar di atas, terlihat pada sistem distribusi secara umum yang berawal dari Gardu Induk (GI), saluran Tegangan menengah, Gardu Distribusi (GD) menuju saluran sekunder.

## 2.2 Klasifikasi Sistem Distribusi <sup>[3],[5]</sup>

Suatu sistem distribusi akan berhasil baik, bila digunakan bentuk sistem distribusi yang berbeda- beda, disesuaikan dengan keadaan beban. Namun dalam memilih bentuk jaringan yang diinginkan tidak terlepas dari persyaratan sebagai berikut :

- Kontinuitas pelayanan yang baik
- Keandalan yang tinggi
- Variasi tegangan kecil
- Biaya investasi yang rendah
- Tegangan jatuh sekecil mungkin

Untuk mendapatkan hasil yang baik, sistem distribusi selalu diperbaiki dan dikembangkan baik dari segi ekonomis maupun teknis. Ada dua ciri utama yang membedakan sistem distribusi dengan sistem distribusi lainnya, yaitu :

- Cara pentanahan titik netral transformator daya ada atau tidaknya kawat tanah.
- Bentuk jaringan.

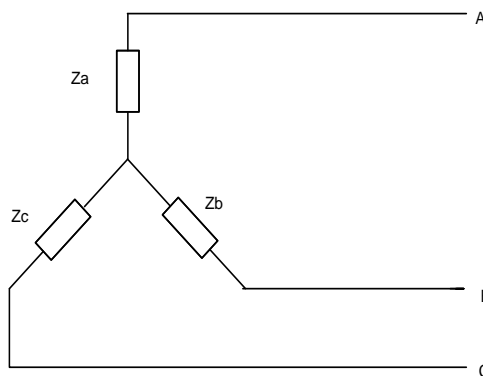
Faktor yang mempengaruhi perencanaan suatu sistem distribusi untuk suatu daerah beban adalah sebagai berikut :

- Jenis dan kerapatan beban
- Perkembangan beban
- Mutu pelayanan
- Tingkat keselamatan
- Topografi dan kondisi daerah setempat.

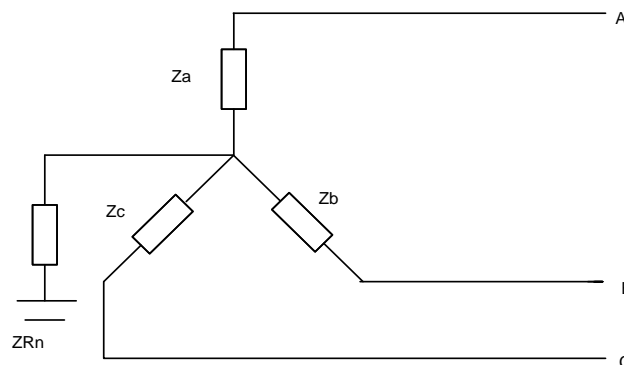
### Klasifikasi Sistem Pentanahan Sistem Distribusi <sup>[1],[2],[5]</sup>

Secara garis besar terdapat tiga jenis sistem distribusi berdasarkan pada Pentanahan titik netral dan ada tidaknya kawat tanah.

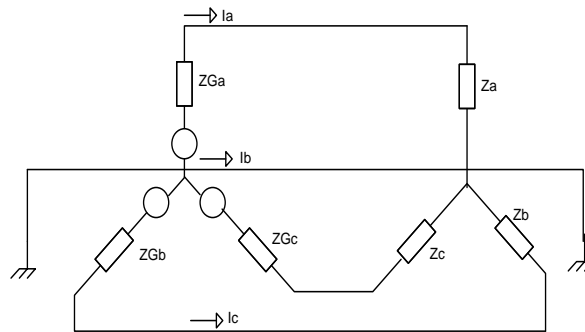
- Sistem distribusi sistem tiga fasa, tiga kawat tanpa Pentanahan titik netral.
- Sistem distribusi tiga fasa, tiga kawat dengan Pentanahan titik netral tunggal
- Sistem distribusi tiga fasa, empat kawat dengan Pentanahan titik netral tunggal / ganda.



Gambar : Sistem Tiga Kawat Tanpa Pengetanahan



Gambar : Sistem Tiga Kawat Diketanahkan



Gambar : Sistem Empat Kawat Dengan Pengetanahan Titik Netral Tunggal / Ganda

### Macam- macam jaringan distribusi tegangan menengah <sup>[3],[5]</sup>

- a) Jaringan saluran udara (Over Head Line)  
Keuntungan lain dari saluran udara adalah :
  - Mudah dilakukan perluasan pelayanan dengan penarikan cabang yang diperlukan.
  - Mudah memeriksa jika terjadi gangguan pada jaringan.
  - Mudah untuk melakukan pemeliharaan.
  - Tiang-tiang jaringan distribusi tegangan menengah dapat pula digunakan untuk jaringan distribusi sekunder dan keperluan pemasangan trafo / gardu distribusi, sehingga secara keseluruhan harga instalasi menjadi lebih murah.
- b) Jaringan saluran kabel bawah tanah (under ground cable)  
Kerugian / kelemahan dari jaringan bawah tanah sebagai berikut :
  - Konstruksi Saluran Kabel tanah relatif mahal.
  - Tidak fleksibel terhadap perubahan jaringan
  - Perawatan lebih sulit
  - Gangguan sering bersifat permanen
  - Waktu dan biaya untuk menanggulangi bila terjadi gangguan lebih lama dan mahal.

### 2.3. Pola-pola Dasar Jaringan Distribusi Tegangan Menengah

- a) Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pola Radial
- b) Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pola Ring
- c) Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pola Loop
- d) Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pola Grid (Network)
- e) Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pola Spindel
- f) Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pola Cruster

## 3. METODELOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplorasi dan studi literatur. Dalam proses penelitian ini meliputi adanya wawancara terhadap petugas operator Rayon Muaradua dan operator PLTU Baturaja yang mana hasilnya akan dibandingkan dengan standar yang ada untuk kemudian dicari solusi terhadap rugi rugi daya dari sisi ekonomis dan drop tegangan Penyulang Harpa.

### 3.2. Tempat dan waktu

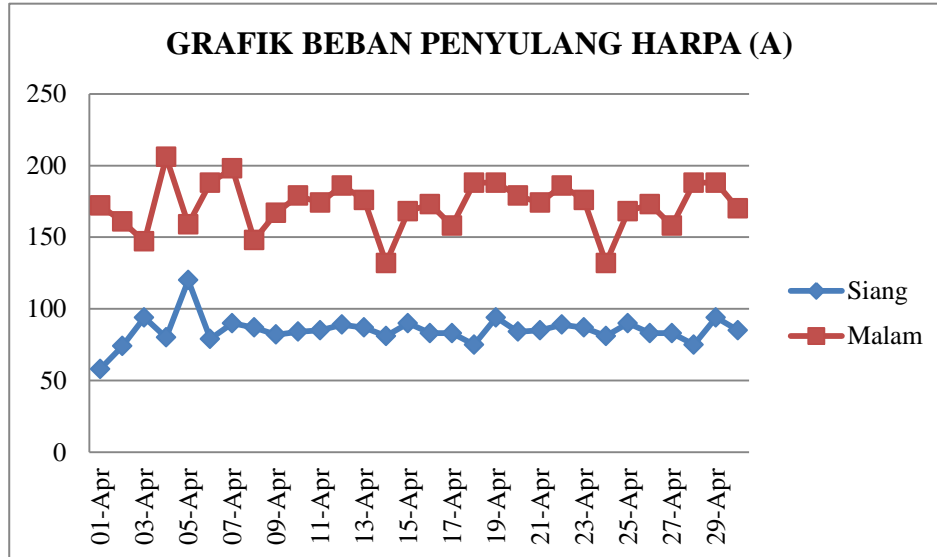
- a) Tempat Penelitian  
Seluruh perlakuan yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja Rayon Muaradua yang di suplay oleh penyulang Harpa.
- b) Waktu Penelitian  
Adapun waktu pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada bulan April 2018.

#### 4. PERHITUNGAN DAN ANALISA

##### 4.1. Data Teknis <sup>[2],[6],[7]</sup>

###### A. Data Beban Harian

Data besarnya arus yang disalurkan oleh PLTU Baturaja pada penyulang Harpa tiap jam selama satu hari pada bulan April 2018 dapat di lihat pada Grafik berikut.



\*) Data diperoleh dari PLN Rayon Muaradua

###### B. Perhitungan Rugi-Rugi Daya dan Drop Tegangan Dari Sisi Ekonomis Penyulang Harpa **Pengukuran Drop Tegangan**

Tabel : Hasil Pengukuran Drop Tegangan Penyulang Harpa

SEGMENT	I (A)	R( $\Omega$ )	$\Delta V$	V	$\Delta V$ total
1	28,2267	0,5843	16,4922993	19983,5077	16,4922993
2	8,6473	0,9547	8,25574615	19975,25195	24,74804545
3	7,7046	0,9547	7,355764842	19967,89619	32,10381029
4	7,5403	0,9547	7,198918649	19976,30878	23,69121795
5	4,3344	1,1101	4,811793302	19978,69591	21,3040926
6	2,8126	1,1457	3,22223993	19975,47367	24,52633253
7	1,1495	0,9547	1,097441323	19974,37623	25,62377386
8	31,7728	2,3477	74,59319553	19904,10271	95,89728813
9	9,4085	1,1597	10,91108645	19893,19163	106,8083746
10	8,3930	1,0051	8,435629644	19884,756	115,2440042
11	8,2340	1,1597	9,548969694	19875,20703	124,7929739
12	5,7373	1,6230	9,311819076	19865,89521	134,104793
13	2,0317	1,3143	2,670294353	19872,53673	127,4632683
14	1,5902	1,4321	2,27722607	19870,25951	129,7404943
15	44,4573	2,7833	123,7374415	19748,79929	251,2007098
16	23,7834	0,7731	18,38783125	19730,41146	269,588541
17	2,7700	0,9547	2,644604861	19727,76685	272,2331459
18	20,4371	0,9547	19,51173787	19710,89972	289,1002789
19	14,2426	1,5276	21,75632465	19727,04297	272,9570344
20	11,5380	1,1457	13,21865091	19713,82431	286,1756853

21	5,9359	1,3143	7,801749658	19740,99754	259,0024594
22	2,5329	0,7638	1,934587637	19739,06295	260,937047
23	3,4030	0,7731	2,630968686	19738,36657	261,6334281
24	0,8916	1,3366	1,191673777	19737,1749	262,8251019
25	2,5114	0,7731	1,941667187	19736,4249	263,5750953
26	2,4808	0,6683	1,657942784	19734,76696	265,2330381
27	0,0306	1,1457	0,03505285	19736,38985	263,6101481
28	154,5799	1,4690	227,0714367	19677,03128	322,9687249
29	2,4966	0,8504	2,123270502	19674,908	325,0919954
30	152,0833	1,3143	199,8877622	19477,14351	522,8564871
31	150,2412	1,4690	220,6981079	19256,44541	743,554595
32	4,3344	1,4321	6,20725549	19250,23815	749,7618505
33	145,9068	1,3143	191,769847	19064,67556	935,324442
34	4,4458	0,6683	2,971171204	19061,70439	938,2956132
35	3,2059	1,4321	4,591122483	19057,11326	942,8867357
36	1,2399	1,1457	1,420538363	19060,28385	939,7161516
37	141,4610	2,7833	393,7267983	18670,94876	1329,05124
38	137,7553	1,0824	149,1050156	18521,84374	1478,156256
39	135,6339	3,2460	440,2740519	18081,56969	1918,430308
40	85,3877	0,7731	66,01630711	18015,55339	1984,446615
41	7,1778	1,4690	10,54385544	18005,00953	1994,99047
42	3,3829	0,5728	1,937825212	18003,0717	1996,928295
43	3,7949	0,9547	3,623058324	18001,38647	1998,613529
44	2,8586	0,9547	2,729197352	17998,65727	2001,342726
45	0,8270	3,2460	2,68435516	17995,97292	2004,027081
46	77,4082	3,2842	254,2267311	17761,32665	2238,673346
47	50,2462	2,4740	124,3107855	17957,25891	2042,741093
48	32,4518	1,3143	42,65242257	17914,60648	2085,393516
49	31,1093	1,1457	35,64085899	17878,96563	2121,034375
50	17,7944	3,0152	53,65409451	17903,60481	2096,395188
51	3,7284	1,4321	5,339429884	17898,26538	2101,734618
52	8,6645	1,8140	15,71708963	17887,88772	2112,112277
53	7,0878	1,4321	10,15026234	17877,73746	2122,26254
54	1,5767	0,4774	0,752655439	17887,13507	2112,864933
55	5,4014	0,2319	1,252813342	17902,352	2097,648001
56	5,2478	1,6230	8,517242585	17893,83476	2106,165244
57	4,3526	1,1457	4,986670641	17888,84809	2111,151914

\*) Data diperoleh dari pengukuran PLN Rayon Muaradua

Dari hasil pengukuran drop tegangan pada Penyulang Harpa maka dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 \% \Delta V &= \frac{\Delta V \text{ Total}}{V \text{ sumber}} \times 100 \% \\
 &= \frac{2111,152}{20.000} \times 100 \% \\
 &= 10,55576 \% \text{ (tidak Layak)}
 \end{aligned}$$

### **Perhitungan Rugi-rugi Daya**

Dengan cara menghitung rugi-rugi jaringan distribusi pada PLTU Baturaja untuk penyulang Harpa dengan kondisi pada saat  $\cos \phi = 0,8$ . Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel : Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya Penyulang Harpa

<b>SEGMENT</b>	<b>I (A)</b>	<b>R</b>	<b>l</b>	<b>R.l (<math>\Omega</math>)</b>	<b>P.R.l (W)</b>
1	28,23	0,97	0,60	0,58	465,52
2	8,65	1,59	0,60	0,95	71,39
3	7,70	1,59	0,60	0,95	56,67
4	7,54	1,59	0,60	0,95	54,28
5	4,33	0,97	1,14	1,11	20,86
6	2,81	1,59	0,72	1,15	9,06
7	1,15	1,59	0,60	0,95	1,26
8	31,77	2,17	1,08	2,35	2.370,04
9	9,41	1,29	0,90	1,16	102,66
10	8,39	1,29	0,78	1,01	70,80
11	8,23	1,29	0,90	1,16	78,63
12	5,74	1,59	1,02	1,62	53,42
13	2,03	1,29	1,02	1,31	5,43
14	1,59	1,59	0,90	1,43	3,62
15	44,46	1,29	2,16	2,78	5.501,03
16	23,78	1,29	0,60	0,77	437,33
17	2,77	1,59	0,60	0,95	7,33
18	20,44	1,59	0,60	0,95	398,76
19	14,24	1,59	0,96	1,53	309,87
20	11,54	1,59	0,72	1,15	152,52
21	5,94	1,29	1,02	1,31	46,31
22	2,53	1,59	0,48	0,76	4,90
23	3,40	1,29	0,60	0,77	8,95
24	0,89	1,59	0,84	1,34	1,06
25	2,51	1,29	0,60	0,77	4,88
26	2,48	1,59	0,42	0,67	4,11
27	0,03	1,59	0,72	1,15	0,00
28	154,58	1,29	1,14	1,47	35.100,68
29	2,50	1,29	0,66	0,85	5,30
30	152,08	1,29	1,02	1,31	30.399,58
31	150,24	1,29	1,14	1,47	33.157,95
32	4,33	1,59	0,90	1,43	26,90
33	145,91	1,29	1,02	1,31	27.980,52
34	4,45	1,59	0,42	0,67	13,21
35	3,21	1,59	0,90	1,43	14,72
36	1,24	1,59	0,72	1,15	1,76
37	141,46	1,29	2,16	2,78	55.696,97
38	137,76	1,29	0,84	1,08	20.540,01
39	135,63	1,59	2,04	3,25	59.716,07

40	85,39	1,29	0,60	0,77	5.636,98
41	7,18	1,29	1,14	1,47	75,68
42	3,38	1,59	0,36	0,57	6,56
43	3,79	1,59	0,60	0,95	13,75
44	2,86	1,59	0,60	0,95	7,80
45	0,83	1,59	2,04	3,25	2,22
46	77,41	1,59	2,06	3,28	19.679,22
47	50,25	1,29	1,92	2,47	6.246,14
48	32,45	1,29	1,02	1,31	1.384,15
49	31,11	1,59	0,72	1,15	1.108,76
50	17,79	1,29	2,34	3,02	954,74
51	3,73	1,59	0,90	1,43	19,91
52	8,66	1,59	1,14	1,81	136,18
53	7,09	1,59	0,90	1,43	71,94
54	1,58	1,59	0,30	0,48	1,19
55	5,40	1,29	0,18	0,23	6,77
56	5,25	1,59	1,02	1,62	44,70
57	4,35	1,59	0,72	1,15	21,71
<b>Total</b>					<b>308.312,76</b>

\*) Data diperoleh dari PLN Rayon Muaradua

Dari hasil perhitungan didapat rugi-rugi Penyulang Harpa sebesar 308.312,76 Watt maka rugi-rugi energi yang terjadi pada Penyulang Harpa selama satu bulan (720 = 30 hari x 24 jam) dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini :

$$P_{Losses} = 720 \times 3 \times \sum_{j=i}^n I_j^2 \times R_j$$

$$P_{Losses} = 720 \times 3 \times 308.312,76$$

$$P_{Losses} = 665.955.552,29 \text{ Wh / bulan}$$

$$P_{Losses} = 665.955,55 \text{ kWh / bulan}$$

Sedangkan energi masukan pada awal jaringan selama satu bulan adalah :

$$P_{In} = 720 \times \sqrt{3} \times V_n \times I_1 \times \cos \theta$$

$$P_{In} = 720 \times \sqrt{3} \times 20000 \times 155,23 \times 0,8$$

$$P_{In} = 3.097.436.588,35 \text{ Wh / bulan}$$

$$P_{In} = 3.097.436,589 \text{ kWh / bulan}$$

Maka persentase rugi-rugi jaringan distribusi pada Penyulang Harpa adalah :

$$P_{Losses} (\%) = \frac{P_{Losses}}{P_{In}} \times 100 \%$$

$$P_{Losses} (\%) = \frac{665.955,55}{3.097.436,589} \times 100 \%$$

$$P_{Losses} (\%) = 21,5 \%$$

### **Perhitungan Biaya Kerugian**

Rugi-rugi yang terjadi pada Penyulang Harpa di PLTU Baturaja selama satu bulan April 2018 adalah sebesar 665.955,55 kWh / bulan, jika tarif yang dikenakan pada pelanggan sebesar Rp. 1.140,93 / KWH maka biaya kerugian akibat rugi-rugi energi adalah :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Kerugian} &= 665.955,55 \text{ kWh / bulan} \times \text{Rp. } 1.140,93 / \text{KWH} \\ &= \text{Rp. } 759.808.665,66 / \text{bulan} \end{aligned}$$



#### 4.2. Analisa Perhitungan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa hasil sebagai berikut :

1. Besarnya drop tegangan dan rugi-rugi daya dipengaruhi oleh besarnya arus, jika arus semakin besar maka drop tegangan dan rugi-rugi daya akan semakin besar. Besarnya arus yang mengalir pada jaringan dapat diperkecil dengan jalan menaikkan faktor daya. Dengan mengecilnya arus, maka drop tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi akan menjadi kecil.
2. Besarnya drop tegangan dan rugi-rugi daya dapat dipengaruhi oleh besarnya tahanan. Jika tahanan semakin besar maka drop tegangan dan rugi-rugi daya akan semakin besar. Besarnya tahanan yang mengalir pada jaringan dapat diperkecil dengan cara memperbesar luas penampang. Dengan mengecilnya tahanan maka drop tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi akan semakin kecil.

#### 5. PENUTUP

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap data yang diperoleh dari Penyulang Harpa pada PLTU Baturaja, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan melakukan analisa, maka persentase jatuh tegangan yang didapat pada bulan april adalah sebesar 10,56 % (tidak layak)
2. Dengan melakukan analisa, maka rugi-rugi energi yang didapat selama satu bulan adalah sebesar 665.955,55 kWh / bulan
3. Dengan melakukan analisa, maka persentase rugi-rugi jaringan distribusi selama satu bulan adalah sebesar 21,5 %
4. Dari hasil perhitungan dari sisi ekonomis, maka didapat nilai perkiraan kerugian selama satu bulan adalah sebesar Rp. 759.808.665,66 / bulan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arismunandar, MA.Sc, Dr "*Teknik Listrik*", Jilid 1 dan 2, Pradya Paramitha. Jakarta. Indonesia.
- [2]. Ginting, Yakub. 1994. "*Perhitungan Jaringan*". PLN (PERSERO) Pusat Pendidikan dan Latihan Udiklat, Medan, Indonesia.
- [3]. Hutaaruk, TS. 1983. "*Jaringan Tegangan Menengah*". Badan Pelaksanaan Prokerma PLN-ITB, Bandung, Indonesia.
- [4]. Kadir, A. 1996. "*Energi (Sumber daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi)*". Pradya Paramitha, Jakarta, Indonesia.
- [5]. Pabla, AS, dan Abdul Hadi, "*Sistem Distribusi Daya Listrik*". Erlangga. 1986. Jakarta.
- [6]. PT PLN. 1999. "*Konsep Laporan Distribusi Kota Palembang (Laporan Jangka Pendek)*", PT.PLN (PERSERO) - Jasa Enjeniring, Jakarta.
- [7]. PT PLN. 1999. "*Sistem Distribusi (Laporan Jangka Pendek)*", PT.PLN (PERSERO)-Jasa Enjeniring, Jakarta.