

ANALISA RUGI-RUGI DAYA PADA JARINGAN INSTALASI LISTRIK DI PT. BEV (BATAMINDO EXECUTIVE VILLAGE)

Eko Prasetya¹⁾, Pamor Gunoto, S.T, M.T²⁾, Toni Kusuma Wijaya, S.T, M.SI³⁾

Teknik Elektro

Universitas Riau Kepulauan Batam

Email : eko.prasetya44@yahoo.com ¹⁾ pamor88@gmail.com ²⁾ tonikusuma26@yahoo.co.id ³⁾

ABSTRAK

PT. BEV (*Batamindo Executive Village*) adalah perusahaan yang mengelola apartemen dan lapangan *golf* yang berada di kawasan seluas 213 Ha di daerah Sei Ladi, Kecamatan Sekupang, Batam. PT. BEV harus memperhatikan rugi-rugi daya yang dapat terjadi pada jaringan instalasi listrik. Sebagian daya listrik akan terbuang sia-sia pada saluran kabel, hal ini merugikan bagi PT. BEV karena daya tidak dapat digunakan secara maksimal, dari hal tersebut di atas maka dilakukan penelitian menggunakan studi literatur dengan beberapa landasan teori untuk menghitung berapa besar rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik PT. BEV. Hasil penelitian didapatkan rugi-rugi daya listrik PT. BEV pada MDP (*Main Distribution Panel*) 1 adalah 307.58 watt dan persentase rugi-rugi daya listrik adalah 0.354 %. Rugi-rugi daya listrik pada MDP 2 adalah 269.637 watt dan persentase rugi-rugi daya listrik adalah 0.347 %. Rugi-rugi daya listrik pada MDP 3 adalah 77.167 watt dan persentase rugi-rugi daya listrik adalah 0.446 %.

Kata Kunci: *Jaringan Instalasi Listrik, Studi Literatur, Rugi-rugi daya*

ABSTRACT

PT. BEV (*Batamindo Executive Village*) is a company that manages apartments and golf courses in an area of 213 hectares in the Sei Ladi area, Sekupang District, Batam. PT. BEV must pay attention to power losses that can occur in the electrical installation network, namely power losses in the power line. The power losses in this power line make PT. BEV cannot be used optimally. Some electricity will be wasted in the cable. This is detrimental to PT. BEV because the power cannot be used optimally. Therefore, the authors conducted a literature study with some theoretical basis to find out how much power losses in the electrical installation network of PT. BEV. Then the electrical power losses of PT. BEV on MDP (*Main Distribution Panel*) 1 is 307.58 watts and the percentage of power losses is 0.354%. The electrical power losses on MDP 2 are 269,637 watts and the percentage of electrical power losses is 0.347%. The electrical power losses on MDP 3 are 77,167 watts and the percentage of electrical power losses is 0.446%.

Keywords: *Electrical Installation Network, Study Literature, power loss*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. BEV (Batamindo *Executive Village*) adalah perusahaan yang mengelola apartemen dan lapangan *golf* yang berada di kawasan seluas 213 Ha di daerah Sei Ladi, Kecamatan Sekupang, Batam. PT. BEV memerlukan pasokan daya listrik yang besar untuk memenuhi kebutuhan operasionalnya. Tegangan operasional peralatan listrik PT. BEV adalah 380/220 *volt*. Untuk memaksimalkan pemakaian daya, PT. BEV harus memperhatikan rugi-rugi daya yang dapat terjadi pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV yaitu rugi-rugi daya pada saluran kabel listrik. Rugi-rugi daya pada saluran kabel listrik ini membuat daya listrik PT. BEV tidak bisa digunakan secara maksimal. Sebagian daya listrik akan terbuang sia-sia pada saluran kabel sebagai panas. Hal ini pastinya merugikan bagi PT. BEV karena daya tidak bisa digunakan secara maksimal tetapi pembayaran tagihan listrik selalu dibayar penuh. Maka dari itu, penulis merasa perlu dilakukan penelitian rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui berapa besar rugi-rugi daya yang terdapat pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV. Penelitian tersebut kemudian dijadikan sebagai judul skripsi penulis yaitu "Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Instalasi Listrik di PT. BEV".

II. LANDASAN TEORI

A. Perhitungan Hantaran

Hantaran-hantaran listrik diperlukan untuk memindahkan tenaga listrik dari satu tempat (sentral listrik, stasiun transformator, lemari penghubung, dll.) ke lain tempat (alat-alat pemakaian). Mengingat ongkos-ongkos bahan dan pemasangan, maka sebaik-baiknya penampang hantaran itu dipakai sekecil mungkin. Akan tetapi, makin lebih kecil penampang, makin lebih besar tahanan dari hantaran, dan makin lebih besar kerugian tegangan dalam hantaran tersebut. Artinya, makin lebih besar kerugian tegangan, makin lebih kecil tegangan pada akhir hantaran (tegangan akhir), apabila dibandingkan dengan tegangan pada permulaan hantaran (tegangan mula). Arus yang mengalir melalui hantaran itu, selain mengakibatkan suatu kerugian tegangan didalamnya, juga menyebabkan suatu kerugian daya (kalor). Kerugian daya ini diubah menjadi panas, sehingga suhu penghantar menjadi naik. Kenaikan suhu biasanya diizinkan dengan 40°C.

Untuk mencegah terjadinya suhu yang terlampaui tinggi maka melalui hantaran dengan penampang yang tertentu hanya diperbolehkan suatu kuat arus yang tertentu. Selain daripada penampang,

penampang arus yang diizinkan juga tergantung dari pada cara pemasangan. Selanjutnya harus juga diperhatikan bahwa untuk tiap-tiap penampang terdapat suatu harga maksimum daripada patron pengaman. Umumnya dalam hantaran-hantaran diizinkan suatu kerugian tegangan sebesar:

1. Pada lengkapan penerangan: sampai 3 %.
2. Pada lengkapan tenaga: sampai 6 %.
3. Pada hantaran listrik: sampai 10 %.

B. Kerugian Daya

Penampang dari hantaran-hantaran listrik biasanya ditentukan dengan besarnya kerugian tegangan, karena tugas utama sebuah hantaran ialah memberikan tegangan yang cukup besarnya kepada tempat pemakaian.

Arus listrik yang mengalir melalui tahanan hantaran menyebabkan selain daripada kerugian tegangan juga kerugian daya menurut rumus:

$$N = E \cdot I [W]$$

Kerugian daya biasanya diberikan dengan % dari daya yang harus dipindahkan.

Kerugian daya dengan persen ialah:

$$n = \frac{N}{W} \cdot 100 \cdot [\%]$$

$$N$$

Kerugian daya diizinkan dengan 4 s/d 6 %

C. Arus, Tegangan, dan Daya Listrik

Arus, tegangan, dan daya listrik merupakan pengetahuan dasar yang harus dimiliki penulis dalam melakukan penelitian ini. Adapun arus, tegangan, dan daya listrik akan diterangkan dibawah ini.

Arus Listrik

Besaran satuan untuk arus listrik adalah *ampere*. Simbol besaran ini adalah A. Hanya sedikit orang yang menggunakan kata *ampere*. Umumnya yang digunakan adalah *amp*. Besarnya arus yang mengalir disemua bagian rangkaian listrik sama.

Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah gaya listrik yang menggerakkan arus untuk mengalir disepanjang sebuah rangkaian listrik. Besaran

satuan untuk tegangan listrik adalah *volt*. Dengan simbol *V*.

Daya Listrik

Daya listrik merepresentasikan laju perubahan energi yang dihasilkan oleh sebuah perangkat listrik, dari satu bentuk energi ke bentuk lainnya.

Apabila kita menuliskannya dalam bentuk persamaan:

$$\text{Daya} = \text{Arus} \times \text{Tegangan}$$

Daya listrik didefinisikan dengan persamaan:

$$\text{Daya} = \text{Arus} \times \text{Tegangan}$$

$$P = I \times V$$

Dari hukum *Ohm* kita dapat mengetahui bahwa:

$$V = I \times R$$

Mensubstitusikan persamaan ini ke dalam persamaan untuk daya listrik:

$$P = I \times V = I \times IR =$$

I^2R Rugi-rugi daya listrik:

$$P = I^2R$$

Bentuk lain dari persamaan hukum *Ohm* adalah:

$$I = \frac{V}{R}$$

R

Mensubstitusikan persamaan ini kedalam persamaan untuk daya listrik:

$$P = I \times V = \frac{V}{R} \times V = \frac{V^2}{R}$$

$$R \quad R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Daya Aktif atau Daya Nyata (*Watt*)

Untuk tenaga listrik nyata (wujud) yang dikeluarkan oleh arus bolak-balik yang mempunyai fasa ϕ° dengan tegangan bolak-balik yaitu:

$$\text{Tenaga Watt (W)} = E \cdot I \cdot \cos$$

ϕ Daya pada Beban 3 fasa

Pada bab sebelumnya telah dibahas mengenai daya (dalam hal ini yang dimaksud adalah daya rata-rata) untuk beban 1 fasa, yaitu:

$$P_p = V_p I_p \cos \phi$$

Daya pada beban 3 fasa, yaitu:

$$PT = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos \phi$$

(*VL* adalah tegangan kawat, *IL* adalah arus kawat)

Untuk beban 3 fasa, total daya adalah 3 kali daya pada beban 1 fasanya, ditulis:

$$PT = 3V_p I_p \cos \phi$$

(*Vp* adalah tegangan fasa, *Ip* adalah arus fasa, ϕ adalah sudut antara tegangan dan arus).

Daya rata-rata total pada sistem 3 fasa dapat dicari dengan:

$$PT = P1 + P2 + P3$$

Jadi untuk beban *balans*, karena daya pada masing-masing fasa mempunyai besar yang sama yaitu: $P1 = P2 = P3$, maka $PT = 3P1$

Dan karena $P1 = I_p^2 R1$, maka boleh dirumuskan:

$$PT = 3I_p^2 R1$$

Untuk beban tidak *balans*, daya pada masing-masing fasa tidak sama besar, sehingga:

$$PT = P1 + P2 + P3 \text{ tidak sama dengan } 3V_p I_p \cos \phi$$

Menentukan besaran ketidakseimbangan beban pada tiap fasa dengan rumus:

$$I \text{ rata-rata} = \frac{IR + IS + IT}{3}$$

Untuk mengetahui besar nilai susut daya listrik dinyatakan dengan Persamaan:

$$PL = PS - PR$$

D. Tahanan

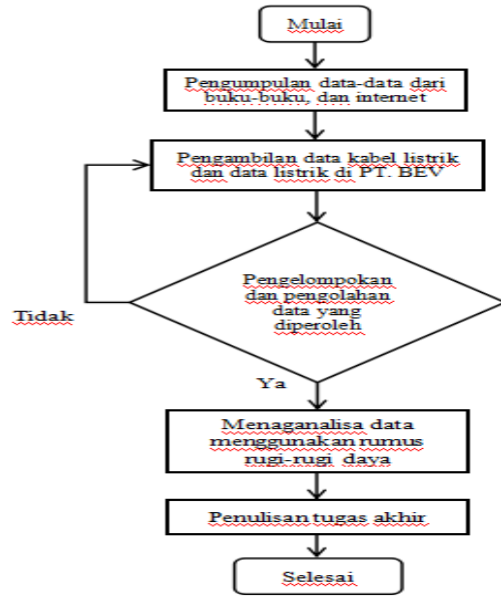
Tahanan didefinisikan sebagai berikut: 1 (satu *ohm* / Ω) adalah tahanan satu kolom air raksa yang panjangnya 1063 mm dengan penampang 1 mm² pada temperatur 0° C. Tahanan penghantar berbanding terbalik terhadap luas penampangnya.

Bila suatu penghantar dengan panjang *l*, dan penampang *q* serta tahanan jenis ρ (*rho*), maka tahanan penghantar tersebut adalah:

$$R = \frac{\rho \times l}{q}$$

Tabel 2.1 Hambatan jenis beberapa zat [3].

No.	Zat	Hambatan jenis (ρ) pada 20 ° C (ohmmeter)
1	Penghantar	
	Perak	$1,8 \times 10^{-8}$
	Tembaga	$1,7 \times 10^{-8}$
	Aluminium	$2,8 \times 10^{-8}$
	Tungsten	$5,6 \times 10^{-8}$
	Nikel	$6,8 \times 10^{-8}$
	Besi	10×10^{-8}
	Baja	18×10^{-8}
	Mangan	44×10^{-8}
	Karbon	3500×10^{-8}
2	Semikonduktor	
	Germanium	0,5
	Karbon	$3,5 \times 10^{-2}$
	Dioksid tembaga	1×10^3
3	Isolator	
	Kaca	1010 - 1014
	Karet	1013 - 1016

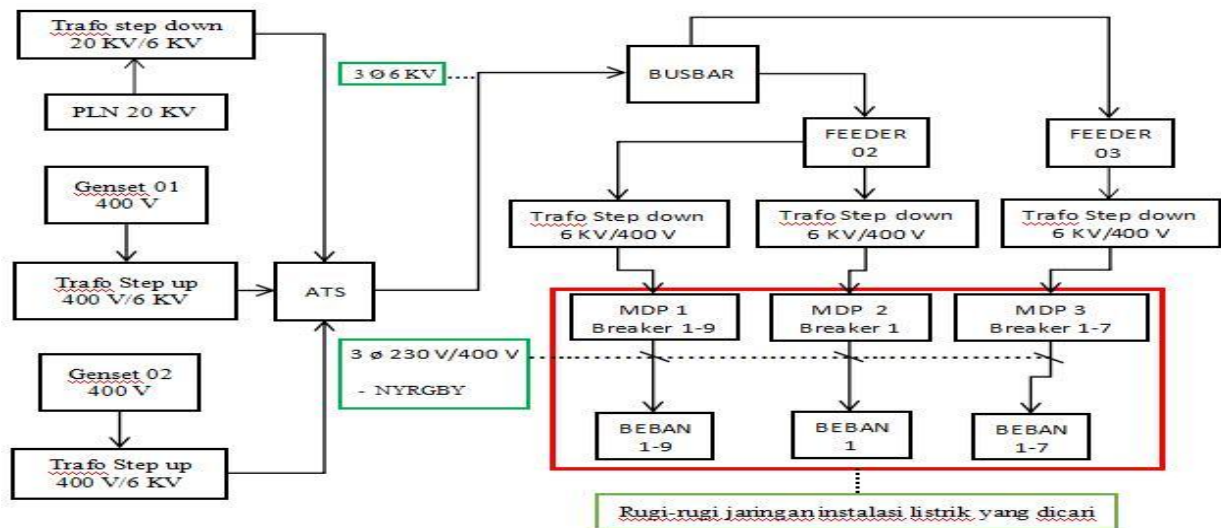


III. METODOLOGI PENELITIAN A.

Diagram Alir Metodologi Penelitian

Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian.

B. Blok diagram jaringan instalasi listrik PT. BEV.



Gambar 3.2 Blok diagram jaringan instalasi listrik PT. BEV

B. Analisa Dan Pembahasan Masalah

Pada proses ini dilakukan analisa secara keseluruhan sehingga didapatkan data-data yang dapat dijadikan perhitungan dalam pembahasan masalah dalam mencapai tujuan penelitian.

Pada tabel 4.1, 4.2, dan 4.3 dibawah ini dapat dilihat data kabel listrik pada *unit-unit* di PT. BEV:

1. Main Distribution Panel 1 (MDP 1).

IV. PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Data kabel listrik *sub unit* MDP 1.

A. Data Kabel Listrik *Sub Unit* PT. BEV

No	Unit	Jenis Kabel	Ukuran Kabel	Panjang Kabel	Tahanan Kabel
			mm ²	Meter	Ohm
1	Blok 1	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 300	122	0.0073322
2	Blok 2	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 300	82	0.0049282
3	Blok 3	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 300	186	0.0111786
4	Blok 4	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 300	204	0.0122604
5	Blok 5	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 300	258	0.0155058
6	Bungalow	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 300	298	0.0179098
7	DB-CC	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 70	10	0.00268
8	Street Light 2	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 50	272	0.105264
9	STP	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 95	275	0.053075

2. Main Distribution Panel 2 (MDP 2).

Tabel 4.2 Data kabel listrik sub unit MDP 2.

No	Unit	Jenis Kabel	Ukuran Kabel	Panjang Kabel	Tahanan Kabel
			mm ²	Meter	Ohm
1	LVS B	XLPE/SWA/PVC	5 NO 4 C x 300	124	0.0014904

3. Main Distribution Panel 3 (MDP 3).

Tabel 4.3 Data kabel listrik sub unit MDP 3.

No	Unit	Jenis Kabel	Ukuran Kabel	Panjang Kabel	Tahanan Kabel
			mm ²	Meter	Ohm
1	Street Light 1	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 50	46	0.017802
2	DB-MSS	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 70	20	0.00536
3	SB-PH	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 50	75	0.029025
4	Chaillet	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 95	124	0.023932
5	Dormitory	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 95	104	0.020072
6	Driving Range	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 70	137	0.036716
7	Telkomsel	XLPE/SWA/PVC	1 NO 4 C x 16	328	0.3772

Untuk kabel 4C x 300 mm² XLPE/SWA/PVC mempunyai tahanan 0.0601 Ω/KM sesuai dengan data sheet kabel, yang artinya tahanan kabel tembaga yang dipakai adalah 0.0601 ohm setiap 1000 meter. Dengan menggunakan persamaan 2.22 [3] dapat dihitung nilai tahanan jenis kabel 4C x 300 mm² XLPE/SWA/PVC yang digunakan sesuai dengan data sheet kabel dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{\rho \times l}{q}$$

Maka tahanan jenis untuk kabel 4C x 300 mm² XLPE/SWA/PVC sesuai dengan data sheet kabel adalah:

$$0.0601 \Omega = \frac{\rho \times 0.0003 \text{ m}^2}{1000 \text{ m}}$$

$$\rho = \frac{0.0601 \Omega \times 0.0003 \text{ m}^2}{1000 \text{ m}}$$

$$\rho = 0.0000000183 \Omega \text{ m atau } 1.83 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

Kemudian, untuk menghitung tahanan kabel pada unit Blok 1 - MDP 1 kita juga menggunakan persamaan 2.22 [3]. Tahanan jenis kabel 4C x 300 mm² XLPE/SWA/PVC yang sudah didapatkan diatas dimasukkan ke dalam rumus menghitung tahanan kabel yaitu:

$$R = \frac{\rho \times l}{q}$$

Maka, untuk tahanan kabel Blok 1-MDP 1 dengan jenis kabel 4C x 300 mm² XLPE/SWA/PVC dengan panjang kabel 122 meter adalah:

$$R = \frac{0.0000000183 \Omega \text{ m} \times 122 \text{ meter}}{0.0003 \text{ m}^2}$$

$$R = 0.007442 \Omega.$$

B. Pengukuran Listrik PT. BEV Pada Sisi Pengirim

Pengukuran listrik pada sisi pengirim dibutuhkan sebagai data yang akan diolah guna mencari besar rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV. Berikut tabel-tabel pengukuran listrik pada sisi pengirim di PT. BEV.

1. Main Distribution Panel 1 (MDP 1).

Tabel 4.4 Data listrik pada sisi pengirim MDP 1.

No	Unit	Phasa R-S	Phasa S-T	Phasa R-T	Phasa R	Phasa S	Phasa T	Phasa R	Phasa S	Phasa T	Faktor Daya
		Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Ampe re	Ampe re	Ampe re	
1	Blok 1	415	415	415	240	240	240	25.4	13.7	17.9	0.8
2	Blok 2	415	415	415	240	240	240	17.4	17.9	6.5	0.8
3	Blok 3	415	415	415	240	240	240	11	11.5	15.6	0.8
4	Blok 4	415	415	415	239	240	240	58	11.9	14.3	0.8
5	Blok 5	415	415	415	239	240	240	16.7	21.2	9.1	0.8
6	Bungalow	412	412	413	239	239	239	51.5	49.6	12.3	0.8
7	DB-CC	412	412	413	238	238	238	1.5	0.2	0.1	0.8
8	Street Light 2	414	414	415	240	239	239	0.1	12.1	10.4	0.8
9	STP	409	408	409	235	235	235	16.4	15.4	16	0.8

2. Main Distribution Panel 2 (MDP 2).

Tabel 4.5 Data listrik pada sisi pengirim MDP 2.

No	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya	
		R-S	S-T	R-T	R	S	T	R	S		T
		Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		
1	LVS	412	412	412.3	239	238	239	125.6	169.9	111.6	0.8

3. Main Distribution Panel 3 (MDP 3).

Tabel 4.6 Data listrik pada sisi pengirim MDP 3.

No	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya
		R-S	S-T	R-T	R	S	T	R	S	T	
		Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		
1	Street Light 1	414	414	414	239	239	239	7	0	2.4	0.8
2	DB-MSS	415	414	414	240	240	239	0.6	0.8	14.6	0.8
3	SB-PH	415	414	414	240	239	239	0.7	0.1	0.1	0.8
4	Challet	415	414	414	240	240	239	3	3.6	3.7	0.8
5	Dormitory	414	414	413	239	239	239	3.4	0.4	1.2	0.8
6	Driving Range	414	414	413	239	239	238	3	12.3	22.7	0.8
7	Telkomsel	405	404	405	233	233	233	5.9	5	0.1	0.8

Pada tabel data pengukuran listrik pada sisi pengirim dapat dilihat tegangan-tegangan dan arus pada masing-masing unit MDP yang akan digunakan untuk mencari besarnya rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV.

C. Pengukuran Listrik PT. BEV Pada Sisi Penerima

Pengukuran listrik pada sisi penerima juga dibutuhkan sebagai data yang akan diolah guna mencari besar rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV. Berikut tabel-tabel pengukuran listrik pada sisi penerima di PT. BEV:

1. Main Distribution Panel 1 (MDP 1).

Tabel 4.7 Data listrik pada sisi penerima MDP 1.

No	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya	
		R-S	S-T	R-T	R	S	T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		
1	Blok 1	414	414	414	239	239	239	25.4	13.7	17.9	0.8	
2	Blok 2	414	414	414	239	239	239	17.4	17.9	6.5	0.8	
3	Blok 3	414	414	414	239	239	239	11	11.5	15.6	0.8	
4	Blok 4	414	414	414	236	239	239	58	11.9	14.3	0.8	
5	Blok 5	414	414	414	238	239	239	16.7	21.2	9.1	0.8	
6	Bungalow	410	410	410	232	237	237	51.5	49.6	12.3	0.8	
7	DB-CC	412	412	413	238	238	238	1.5	0.2	0.1	0.8	
8	Street Light 2	412	412	414	240	237.9	235.2	0.1	12.1	10.4	0.8	
9	STP	407	406	407	234	234	234	16.4	15.4	16	0.8	

2. Main Distribution Panel 2 (MDP 2).

Tabel 4.8 Data listrik pada sisi penerima MDP 2.

No	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya	
		R-S	S-T	R-T	R	S	T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		
1	LVS	410	411	411	237.4	237.5	238	125.6	169.9	111.6	0.8	

3. Main Distribution Panel 3 (MDP 3).

Tabel 4.9 Data listrik pada sisi penerima MDP 3.

No	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya	
		R-S	S-T	R-T	R	S	T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		
1	Street Light 1	414	414	414	239	239	239	7	0	2.4	0.8	
2	DB-MSS	411	412	412	237.8	239.5	238.5	0.6	0.8	14.6	0.8	
3	SB-PH	415	414	414	239.8	239	239	0.7	0.1	0.1	0.8	
4	Challet	414	414	414	240	239.6	239	3	3.6	3.7	0.8	
5	Dormitory	411	413	413	238.9	239	238.6	3.4	0.4	1.2	0.8	
6	Driving Range	412	411	411	239	238.5	236.9	3	12.3	22.7	0.8	
7	Telkomsel	403	402	402	231	231	231	5.9	5	0.1	0.8	

Pada tabel data pengukuran listrik pada sisi pengirim terlihat perbedaan tegangan dan arus yang terukur pada sisi pengirim dan sisi penerima. Perbedaan tersebutlah yang akan dicari berapa besarnya sebagai rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik di PT. BEV.

D. Perhitungan Daya Listrik Pada Sisi Pengirim (MDP) PT. BEV

Daya listrik masing-masing sub unit pada sisi pengirim dihitung dengan menggunakan rumus daya listrik tiga fasa yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.10 Perhitungan daya listrik pada sisi pengirim MDP 1.

No.	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor	Daya
		R-S	S-T	R-T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		Watt
1	Blok 1	415	415	415	25.4	13.7	17.9	0.8	10,925.776
2	Blok 2	415	415	415	17.4	17.9	6.5	0.8	8,012.044
3	Blok 3	415	415	415	11	11.5	15.6	0.8	7,303.019
4	Blok 4	415	415	415	58	11.9	14.3	0.8	16,139.097
5	Blok 5	415	415	415	16.7	21.2	9.1	0.8	9,008.59
6	Bungalow	412	412	413	51.5	49.6	12.3	0.8	21,596.854
7	DB-CC	412	412	413	1.5	0.2	0.1	0.8	342.807

Tabel 4.11 Perhitungan daya listrik pada sisi pengirim MDP 2.

No.	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor	Daya
		R-S	S-T	R-T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		Watt
1	LVS B	412	412	412.3	125.6	169.9	111.6	0.8	77,487.754
Daya Total									77,487.754

Tabel 4.12 Perhitungan daya listrik pada sisi pengirim MDP 3.

No.	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor	Daya
		R-S	S-T	R-T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		Watt
1	Street Light 1	415	414	414	0.6	0.8	14.6	0.8	3,061.764
2	DB-MSS	414	414	414	7	0	2.4	0.8	1,797.261
3	SB-PH	415	414	414	0.7	0.1	0.1	0.8	172.234
4	Challet	414	414	413	3	12.3	22.7	0.8	7,260.055
5	Dormitory	415	414	414	3	3.6	3.7	0.8	1,970.942
6	Driving Range	414	414	413	3.4	0.4	1.2	0.8	954.938
7	Telkomsel	405	404	405	5.9	5	0.1	0.8	2,055.605
Daya Total									17,272.799

Dengan menggunakan persamaan 2.13 [4] dapat dihitung daya listrik tiga fasa pada masing-masing unit di PT. BEV. Untuk menghitung daya listrik tiga fasa pada unit pengirim Blok 1 - MDP 1 dpergunakan rumus:

$$PT = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos \phi$$

Pada unit pengirim Blok 1 - MDP 1 tegangan pada fasa R, S, dan T adalah 415 volt. Karena tegangannya seimbang maka bisa dimasukkan pada rumus $VL = 415$ volt. Sedangkan untuk arus pada fasa R, S, dan T adalah 25.4 A, 13.7 A, dan 17.9 A. Karena arus tidak seimbang maka harus dicari besar arus rata-ratanya terlebih dahulu baru bisa dimasukkan ke dalam persamaan 2.13 [4]. Dengan menggunakan persamaan 2.19 [5] dapat dihitung rata-rata arus dengan menggunakan rumus:

$$I \text{ rata-rata} = \frac{IR + IS + IT}{3}$$

Maka arus rata-rata pada unit pengirim Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$I \text{ rata-rata} = \frac{(25.4 + 13.7 + 17.9)}{3}$$

$$I \text{ rata-rata} = 19 \text{ ampere}$$

Maka, daya tiga fasa pada unit Blok 1-MDP 1 adalah:

$$PT \text{ Blok 1} = \sqrt{3} \times 415 \times 19 \times 0.8$$

$$= 10,925.776 \text{ watt.}$$

E. Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Kabel Listrik PT. BEV Secara Teori

Pada tabel dibawah ini dapat dilihat rugi-rugi daya pada saluran kabel listrik di PT. BEV yang dihitung menggunakan rumus rugi-rugi daya pada saluran kabel:

Tabel 4.13 Rugi-rugi daya pada saluran kabel listrik sub unit MDP 1.

No	Unit	Phasa R	Phasa S	Phasa T	Tahanan	Rugi phasa R	Rugi phasa S	Rugi phasa T	Rugi Daya Total
		Ampe re	Ampe re	Ampe re	Ohm	Watt	Watt	Watt	Watt
1	Blok 1	25.4	13.7	17.9	0.007442	4.73043	1.37617	2.34931	8.45591
2	Blok 2	17.4	17.9	6.5	0.0049282	1.49206	1.57903	0.20821	3.2793
3	Blok 3	11	11.5	15.6	0.0111786	1.35261	1.47836	2.72042	5.55139
4	Blok 4	58	11.9	14.3	0.0122604	41.24398	1.7362	2.50712	45.4873
5	Blok 5	16.7	21.2	9.1	0.0155058	4.32441	6.96892	1.28403	12.57736
6	Bungalow	51.5	49.6	12.3	0.0179098	47.50126	44.06097	2.70957	94.2718
7	DB-CC	1.5	0.2	0.1	0.00268	0.00602	0.0001	0.000025	0.006145
8	Street Light 2	0.1	12.1	10.4	0.105264	0.00105	15.4117	11.38535	26.7981
9	STP	16.4	15.4	16	0.053075	14.27505	12.58726	13.5872	40.44951

Tabel 4.14 Rugi-rugi daya pada saluran kabel listrik sub unit MDP 2.

No	Unit	Phasa R	Phasa S	Phasa T	Tahanan	Rugi phasa R	Rugi phasa S	Rugi phasa T	Rugi Daya Total
		Ampe re	Ampe re	Ampe re	Ohm	Watt	Watt	Watt	Watt
1	LVSB	125.6	169.9	111.6	0.0014904	23.5116	43.0219	18.56227	85.09577

Tabel 4.15 Rugi-rugi daya pada saluran kabel listrik sub unit MDP 3.

NO.	Unit	Phasa R	Phasa S	Phasa T	Tahanan	Rugi phasa R	Rugi phasa S	Rugi phasa T	Rugi Daya Total
		Ampe re	Ampe re	Ampe re	Ohm	Watt	Watt	Watt	Watt
1	Street Light 1	0.6	0.8	14.6	0.017802	0.00641	0.01138	3.79467	3.81246
2	DB-MSS	7	0	2.4	0.00536	0.26263	0	0.03087	0.2935
3	SB-PH	0.7	0.1	0.1	0.029025	0.01422	0.00028	0.00028	0.01478
4	Challet	3	12.3	22.7	0.023932	0.21538	3.62067	12.33192	16.16797
5	Dormitory	3	3.6	3.7	0.020072	0.18065	0.26013	0.27478	0.71556
6	Driving Range	3.4	0.4	1.2	0.036716	0.42443	0.00587	0.05287	0.48317
7	Telkomsel	5.9	5	0.1	0.3772	13.13032	9.43	0.00377	22.56409

Dengan menggunakan persamaan 2.7 [2] dapat dihitung rugi-rugi daya kabel pada unit Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$P = I^2.R$$

Berikut perhitungan rugi-rugi daya pada kabel unit Blok 1 - MDP 1:

$$P \text{ phasa R} = 25.4^2 \times 0.007442 = 4.73043 \text{ watt}$$

$$P \text{ phasa S} = 13.7^2 \times 0.007442 = 1.37617 \text{ watt}$$

$$P \text{ phasa T} = 17.9^2 \times 0.007442 = 2.34931 \text{ watt.}$$

Dengan menggunakan persamaan 2.18 [4] dapat dihitung total rugi-rugi daya pada unit Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$PT = P1 + P2 + P3$$

Maka rugi-rugi daya total pada unit Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$PT = 4.73043 + 1.37617 + 2.34931$$

$$PT = 8.45591 \text{ watt.}$$

F. Perhitungan Daya Listrik Dan Persentase Rugi-Rugi Daya Pada Sisi Penerima PT. BEV Secara Teori

Tabel daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima secara teori dapat dilihat pada tabel 4.16, 4.17, dan 4.18 dibawah ini:

Tabel 4.16 Perhitungan daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima sub unit MDP 1.

NO.	Unit	Dava listrik	Rugi Daya Total	Dava Listrik	Persen
		Disisi Pengirim	Sahuran Kabel	Disisi Penerima	Rugi Daya
		Watt	Watt	Watt	%
1	Blok 1	10,925.776	8.45591	10,917.32009	0.077
2	Blok 2	8,012.044	3.2793	8,008.7647	0.04
3	Blok 3	7,303.019	5.55139	7,297.46761	0.076
4	Blok 4	16,139.097	45.4873	16,093.6097	0.281
5	Blok 5	9,008.59	12.57736	8,996.01264	0.139
6	Bungalow	21,596.854	94.2718	21,502.5822	0.436
7	DB-CC	342.807	0.006145	342.80085	0.00179
8	Street Light 2	4,324.992	26.7981	4,298.1939	0.619
9	STP	9,022.287	40.44951	8,981.83749	0.448
Total		86,675.466	236.876815	86,438.589185	0.273

Tabel 4.17 Perhitungan daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima *sub unit* MDP 2.

NO.	Unit	Daya listrik	Rugi Daya	Daya Listrik	Persen
		Disisi Pengirim	Total	Disisi Penerima	Rugi Daya
		Saluran Kabel	Saluran Kabel	Saluran Kabel	Saluran Kabel
		Watt	Watt	Watt	%
1	LVSB	77,487.754	85.09577	77,402.65823	0.109
	Total	77,487.754	85.09577	77,402.65823	0.109

Tabel 4.18 Perhitungan daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima *sub unit* MDP 3.

NO.	Unit	Daya listrik	Rugi Daya	Daya Listrik	Persen
		Disisi Pengirim	Total	Disisi Penerima	Rugi Daya
		Saluran Kabel	Saluran Kabel	Saluran Kabel	Saluran Kabel
		Watt	Watt	Watt	%
1	Street Light 1	3,061.764	3.81246	3,057.95154	0.124
2	DB-MSS	1,797.261	0.2935	1,796.9675	0.0163
3	SB-PH	172,234	0.01478	172.21922	0.00858
4	Challet	7,260.055	16.16797	7,243.88703	0.222
5	Dormitory	1,970.942	0.71556	1,970.22644	0.0363
6	Driving Range	954.938	0.48317	954.45483	0.0505
7	Telkomsel	2,055.605	22.56409	2,033.04091	1.0976
	Total	17,272.799	44.05153	17,228.74747	0.255

Dengan menggunakan persamaan 2.20 [6] dapat dihitung daya listrik pada sisi penerima *unit* Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$PL=PS-PR$$

Maka daya listrik pada sisi penerima *unit* Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$PR = 10,925.776 - 8.45591$$

$$PR = 10,917.32009 \text{ watt.}$$

Dengan menggunakan persamaan 2.2 [1] dapat dihitung persen rugi-rugi daya listrik pada *unit* Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{N \cdot 100}{N} \cdot [\%]$$

Maka persen rugi-rugi daya listrik pada *unit* Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$n = \frac{(8.45591 \times 100)}{10,925.776} \times \%$$

$$n = 0.077 \%$$

G. Perhitungan Daya Listrik Pada Sisi Penerima PT. BEV Sesuai Pengukuran Di Lapangan

Pada tabel-tabel dibawah ini dapat dilihat daya pada masing-masing *unit* beban sesuai dengan pengukuran dilapangan.

Tabel 4.19 Perhitungan daya listrik pada sisi penerima *sub unit* MDP 1.

NO.	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya	Daya	
		R-S	S-T	R-T	R	S	T		Watt	
		Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere			
1	Blok 1	414	414	414	25.4	13.7	17.9	0.8	10,899.449	
2	Blok 2	414	414	414	17.4	17.9	6.5	0.8	7,992.738	
3	Blok 3	414	414	414	11	11.5	15.6	0.8	7,285.421	
4	Blok 4	414	414	414	58	11.9	14.3	0.8	16,100.207	
5	Blok 5	414	414	414	16.7	21.2	9.1	0.8	8,986.882	
6	Bungalow	410	410	410	51.5	49.6	12.3	0.8	21,474.658	
7	DB-CC	412	412	413	1.5	0.2	0.1	0.8	342.807	
8	Street Light 2	412	412	414	0.1	12.1	10.4	0.8	4,307.592	
9	STP	407	406	407	16.4	15.4	16	0.8	8,978.132	
		Daya Total								86,367.886

Tabel 4.20 Perhitungan daya listrik pada sisi penerima *sub unit* MDP 2.

NO.	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Daya	Daya	
		R-S	S-T	R-T	R	S	T		Watt	
		Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere			
1	LVSB	410	411	411	125.6	169.9	111.6	0.8	77,218.117	
		Daya Total								77,218.117

Tabel 4.21 Perhitungan daya listrik pada sisi penerima *sub unit* MDP 3.

No.	Unit	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Phasa	Faktor Dava	Dava
		R-S	S-T	R-T	R	S	T		
		Volt	Volt	Volt	Ampere	Ampere	Ampere		
1	Street Light 1	411	412	412	0.6	0.8	14.6	0.8	3,042.055
2	DB-MSS	414	414	414	7	0	2.4	0.8	1,797.261
3	SB-PH	415	414	414	0.7	0.1	0.1	0.8	172.234
4	Challet	412	411	411	3	12.3	22.7	0.8	7,219.109
5	Dormitory	414	414	414	3	3.6	3.7	0.8	1,969.358
6	Driving Range	411	413	413	3.4	0.4	1.2	0.8	951.861
7	Telkomsel	403	402	402	5.9	5	0.1	0.8	2,043.754
Dava Total									17,195.632

Dengan menggunakan persamaan 2.13 [4] dapat dihitung daya listrik tiga fasa pada unit penerima Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$PT = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos \phi$$

Pada unit pengirim Blok 1 - MDP 1 tegangan pada fasa R, S, dan T adalah 414 volt. Karena tegangannya seimbang maka bisa kita masukkan pada rumus $VL = 414$ volt. Sedangkan untuk arus pada fasa R, S, dan T adalah 25.4, 13.7, dan 17.9. Karena arus tidak seimbang maka harus dicari besar arus rata-ratanya terlebih dahulu baru bisa dimasukkan ke dalam persamaan 2.13 [4]. Dengan menggunakan persamaan 2.19 [5] dapat dihitung rata-rata arus dengan menggunakan rumus:

$$I \text{ rata-rata} = \frac{IR + IS + IT}{3}$$

Maka, arus rata-rata pada unit pengirim Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$I \text{ rata-rata} = \frac{(25.4 + 13.7 + 17.9)}{3}$$

$$I \text{ rata-rata} = 19 \text{ ampere}$$

Maka, daya tiga fasa pada unit penerima Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$PT \text{ Blok 1} = \sqrt{3} \times 414 \times 19 \times 0.8 \\ = 10,899.449 \text{ watt.}$$

H. Perhitungan Rugi-Rugi Daya Listrik Dan Persentase Rugi-Rugi Daya Listrik Pada Sisi Penerima Di PT. BEV Sesuai Pengukuran Dilapangan

Data rugi-rugi daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima sesuai pengukuran

dilapangan dapat dilihat pada tabel 4.22, 4.23, dan 4.24 dibawah ini:

Tabel 4.22 Perhitungan rugi-rugi daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima sub unit MDP 1.

No.	Unit	Daya Listrik	Daya Listrik	Rugi Daya	Persen Rugi
		Disisi Pengirim	Disisi Penerima	Pada Saluran	Dava
		Watt	Watt	Watt	%
1	Blok 1	10,925.776	10,899.449	26.327	0.24
2	Blok 2	8,012.044	7,992.738	19.309	0.24
3	Blok 3	7,303.019	7,285.421	17.598	0.24
4	Blok 4	16,139.097	16,100.207	38.89	0.24
5	Blok 5	9,008.59	8,986.882	21.708	0.24
6	Bungalow	21,596.854	21,474.658	122.196	0.56
7	DB-CC	342.807	342.807	0	0
8	Street Light 2	4,324.992	4,307.592	17.4	0.402
9	STP	9,022.287	8,978.132	44.155	0.48
Total		86,675.466	86,367.886	307.58	0,354

Tabel 4.23 Perhitungan rugi-rugi daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima sub unit MDP 2.

No.	Unit	Daya Listrik	Daya Listrik	Rugi Daya	Persen Rugi
		Disisi Pengirim	Disisi Penerima	Pada Saluran	Dava
		Watt	Watt	Watt	%
1	LVSB	77,487.754	77,218.117	269.637	0,347
Total		77,487.754	77,218.117	269.637	0,347

Tabel 4.24 Perhitungan rugi-rugi daya listrik dan persentase rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima sub unit MDP 3.

No.	Unit	Daya Listrik	Daya Listrik	Rugi Daya	Persen Rugi
		Disisi Pengirim	Disisi Penerima	Pada Saluran	Dava
		Watt	Watt	Watt	%
1	Street Light 1	3,061.764	3,042.055	19.709	0.643
2	DB-MSS	1,797.261	1,797.261	0	0
3	SB-PH	172.234	172.234	0	0
4	Challet	7,260.055	7,219.109	40.9165	0.563
5	Dormitory	1,970.942	1,969.358	1.584	0.08
6	Driving Range	954.938	951.861	3.077	0.322
7	Telkomsel	2,055.605	2,043.754	11.851	0.576
Total		17,272.799	17,195.632	77.167	0.446

Pada tabel 4.22, 4.23, dan 4.24 diatas didapatkan rugi-rugi daya listrik pada MDP 1 adalah 307.58 *watt* dan persentase rugi-rugi daya listrik adalah 0.354 %. Rugi-rugi daya listrik pada MDP 2 adalah 269.637 *watt* dan persentase rugi-rugi daya listrik adalah 0.347 %. Rugi-rugi daya listrik pada MDP 3 adalah 77.167 *watt* dan persentase rugi-rugi daya listrik adalah 0.446 %.

Terdapat selisih rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima yang dihitung secara teori dan dihitung sesuai pengukuran yang dilapangan yaitu pada MDP 1 adalah 0.354 % - 0.273 % = 0.081 % (hasil rugi-rugi daya yang didapatkan dari pengukuran langsung dilapangan dikurangkan dengan hasil rugi-rugi daya yang didapatkan secara teori). Selisih rugi-rugi daya listrik pada MDP 2 adalah 0.347 % - 0.109 % = 0.238 %. Dan selisih rugi-rugi daya listrik pada MDP 3 adalah 0.446 % - 0.255 % = 0.191 %. Kenaikan rugi-rugi daya tersebut dikarenakan pemakaian kabel yang sudah cukup lama sehingga tahanan kabel naik dari keadaan normalnya.

Dengan menggunakan persamaan 2.20 [6] dapat dihitung rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima *unit* Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$PL = PS - PR$$

Maka, rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima *unit* Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$PL = 10,925.776 - 10,899.449$$

$$PL = 26.327 \text{ watt.}$$

Dengan menggunakan persamaan 2.2 [1] dapat dihitung persen rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima *unit* Blok 1 - MDP 1 dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{N \cdot 100}{N} \cdot [\%]$$

Maka, persen rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima *unit* Blok 1 - MDP 1 adalah:

$$n = \frac{(26.327 \times 100)}{10,925.776} \times \%$$

$$n = 0.24 \%$$

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Secara teori rugi rugi daya pada MDP 1 dengan daya pengirim 86,675.466 *watt* adalah 0.273 % atau sebesar 236.876815 *watt*. Rugi-rugi daya pada MDP 2 dengan daya pengirim 77,487.754 *watt* adalah 0.109 % atau sebesar 85.09577 *watt*. Rugi-rugi daya pada MDP 3 dengan daya pengirim 17,272.799 *watt* adalah 0.255 % atau sebesar

44.05153 *watt*. Sedangkan sesuai pengukuran dilapangan rugi-rugi daya total pada MDP 1 dengan daya pengirim 86,675.466 *watt* adalah 0.354 % atau sebesar 307.58 *watt*. Rugi-rugi daya total pada MDP 2 dengan daya pengirim 77,487.754 *watt* adalah 0.347 % atau sebesar 269.637 *watt*. Dan rugi-rugi daya total pada MDP 3 dengan daya pengirim 17,272.799 *watt* adalah 0.446 % atau sebesar 77.167 *watt*.

Terdapat selisih rugi-rugi daya listrik pada sisi penerima yang dihitung secara teori dan dihitung sesuai pengukuran yang dilapangan yaitu pada MDP 1 adalah 0.354 % - 0.273 % = 0.081 % (hasil rugi-rugi daya yang didapatkan dari pengukuran langsung dilapangan dikurangkan dengan hasil rugi-rugi daya yang didapatkan secara teori). Selisih rugi-rugi daya listrik pada MDP 2 adalah 0.347 % - 0.109 % = 0.238 %. Dan selisih rugi-rugi daya listrik pada MDP 3 adalah 0.446 % - 0.255 % = 0.191 %. Kenaikan rugi-rugi daya tersebut dikarenakan pemakaian kabel yang sudah cukup lama sehingga tahanan kabel naik dari keadaan normalnya.

B. Saran

Untuk memperkecil rugi-rugi daya pada jaringan instalasi listrik PT. BEV harus menggunakan kabel dengan ukuran yang tepat sehingga didapatkan tahanan kabel yang kecil yang menghasilkan rugi-rugi daya yang kecil juga. Pada jaringan instalasi listrik PT. BEV terdapat dua buah instalasi listrik yang menurut penulis perlu diganti karena menyebabkan tahanan pada saluran kabel listrik menjadi besar sehingga membuat daya listrik terbuang sia-sia dan memperpendek masa pakai (umur) dari kabel tersebut, yaitu instalasi kabel listrik unit *Street Light 2* dengan tahanan kabel listrik sebesar 0.105264 *ohm* dan unit *Telkomsel* dengan tahanan kabel listrik sebesar 0.3772 *ohm*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Anonim. 2012. *Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Pada Trafo Distribusi*. <https://electrictdot.wordpress.com/2012/10/15/pengaruh-ketidakseimbangan-pembebanan-pada-trafo-distribusi/amp/> {29 Februari 2020}.
- [2].Anonim. 2016. *Rugi Susut Teknis Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. <https://bielisme.wordpress.com/2016/06/10/rugisusut-teknis-pada-sistem-distribusi-tenaga-listrik/> {27 Februari 2020}.
- [3].Anonim. 2012. *XLPE SWA PVC 4Core BS5467 PDF*. https://www.nexans.com/UK/family/doc/en/XLPE-SWA-PVC_4Core_BS5467.pdf {27 Februari 2020}.
- [4].Daryanto. Drs. (2016). *Konsep Dasar Teknik Elektronika Kelistrikan*. Ed.2. Bandung: Alfabeta.
- [5].Owen, B. (2004). *Dasar-Dasar Elektronika*. diterjemahkan oleh Irzam Harmein. Jakarta: Erlangga.
- [6].Werner, B. (1967). *Perhitungan Hantaran*. diterjemahkan oleh Perguruan Teknik HKBP. Pematang - Siantar: Perguruan Teknik HKBP.
- [7].Yohana, S. & Agus, P. (2016). *Rangkaian Listrik Lanjut*. Ed.1. Bandung: Alfabeta.