

Study Drop Tegangan Energi Listrik Pada MDB Utility UHT & SCI di PT. Indolakto Purwosari Pasuruan .

Imam Suheri¹, Bambang Dwi Sulo², Bambang Minto Basuki³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193 Malang
Imamsuheri82@gmail.com

Abstraksi

Dalam perkembangan sistem kelistrikan saat ini, telah mengarah pada peningkatan efisiensi dalam penggunaan energi listrik. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi yaitu dengan mengurangi rugi daya dan meminimalkan drop tegangan pada jaringan. Drop tegangan pada sistem distribusi dapat terjadi pada jaringan tegangan menengah (JTM) maupun jaringan tegangan rendah (JTR).

PT. indolakto Purwosari Pasuruan dalam proses pengolahan susu murni menjadi produk olahan susu, membutuhkan energi listrik untuk pengoperasian alat-alat produksinya. Sehingga pada kontrol operasional alat-alat produksi selalu mengutamakan efisiensi energi listrik. Kendala dilapangan saat ini adalah adanya drop tegangan / drop voltage dan rugi daya pada saluran distribusi antara sumber- LVMDB 4 dengan penerima-MDB Utility UHT dan SCI sebesar 18 volt atau drop 4% dari tegangan sumber. Dari hasil study, terjadinya drop tegangan dan rugi daya pada MDB Utility UHT & SCI ini disebabkan karena adanya penggunaan penghantar yang tidak sesuai dengan kapasitas beban sesuai desain. Sedangkan untuk memperkecil drop tegangan dan rugi daya dapat dilakukan dengan memperbesar luas penghantar..

Kata Kunci : Efisiensi energi, Optimalisasi, Drop Tegangan, Rugi Daya,

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Indolakto Purwosari Pasuruan bergerak di bidang industri pengolahan makanan, yaitu pengolahan susu sapi segar menjadi berbagai macam produk susu olahan antara lain, susu kental manis, susu UHT dan SCI dimana dalam proses pengolahannya membutuhkan energi listrik. Energi listrik yang digunakan dalam proses pengolahan susu ini tidak hanya digunakan untuk proses produksi namun juga sebagai penunjang terhadap proses produksi / Utility yang terdiri dari berbagai macam beban listrik. Karena sangat pentingnya peranan energi listrik tersebut maka perlu menjaga penggunaannya dengan optimal.

1.2 Tujuan

Tujuan pembahasan skripsi ini adalah mempelajari dan menganalisa drop tegangan listrik pada MDB Utility UHT & SCI di PT. INDOLAKTO Purwosari dengan cara menghitung masalah drop tegangan, rugi daya dengan penambahan luas penghantar pada MDB Utility UHT & SCI yang mempunyai drop tegangan paling besar, yaitu sebesar 41,7 volt / 10,83% dengan total rugi daya sebesar 6.507 watt / 2,39% sehingga efisiensi energi listrik MDB Utility UHT dan SCI tersebut dapat optimal serta untuk pengembangan jaringan daya.

1.3 Rumusan Masalah

Skripsi ini menitikberatkan kepada:

1. Bagaimana mengetahui permasalahan drop tegangan dengan metode analisis data aktual dan metode menghitung tegangan berdasarkan faktor beban dengan mempertimbangkan arus beban penuh pada sistem?
2. Bagaimana menganalisis hasil perhitungan drop tegangan serta rugi daya pasca perubahan dengan metode penambahan luas penghantar yang disesuaikan terhadap standart SPLN yang ada pada saluran transmisi MDB Utility UHT dan SCI di PT. INDOLAKTO Purwosari?
3. Berapa besar tegangan yang diterima oleh MDB Utility UHT & SCI di PT. INDOLAKTO Purwosari, pasca perbaikan saluran transmisi?

2. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Satuan daya listrik dinyatakan dalam satuan Watt atau Horse power (HP) atau Paar Kraft (PK), dimana penyetaraan 1 PK = 1 HP = 745,7 Watt. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya untuk daya 3 fasa dinyatakan :

$$P = \sqrt{3} V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(2.1)$$

Dari persamaan diatas untuk mencari arus pada beban pada saluran (IL) adalah sebagai berikut :

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.2 Drop Tegangan (Voltage Drop) pada Saluran

Drop tegangan adalah besarnya selisih tegangan yang hilang antara tegangan sumber dan tegangan pemakai karena adanya impedansi pada penghantar. Drop tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Pada sistem 3 fasa 4 kawat dengan beban setimbang, jumlah dari 3 fasa adalah nol. Dengan demikian drop tegangan untuk sistem tersebut dinyatakan sebagai berikut:

$$V_d = I (R \cos \phi + X \sin \phi) \text{ Volt} \dots\dots\dots(2.7)$$

Pada instalasi tegangan rendah, panjang saluran relatif pendek. Umumnya panjang saluran penghantar < 250 m, dengan demikian reaktansi saluran dapat diabaikan. Karena pengaruh induktansi dan kapasitansi saluran terhadap jatuh tegangan hampir tidak ada, sehingga persamaan drop tegangan diatas menjadi :

$$V_d 3\Phi = I \cdot R \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(2.10)$$

Tiap – tiap jenis logam mempunyai tahanan jenis (ρ) yang berbeda-beda. Yang paling baik digunakan sebagai kawat penghantar adalah jenis logam yang paling kecil nilai tahanan jenis (resistivity)nya. Kawat tembaga mempunyai tahanan jenis yang paling rendah $1,74 \times 10^{-8} \Omega \text{m}^2/\text{m}$ merupakan logam yang paling baik digunakan sebagai penghantar dibandingkan dengan kawat aluminium yang mempunyai tahanan jenis $3,0 \times 10^{-8} \Omega \text{m}^2/\text{m}$. Tahanan jenis inilah yang merupakan salah satu faktor untuk menentukan besarnya tahanan (resistance) R dalam suatu kawat penghantar, disamping faktor – faktor luas penampang kawat (A) dan panjang kawat (l) pada suatu penghantar jaringan. Dimana besarnya tahanan dari suatu kawat penghantar sebanding dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots(2.11)$$

Sehingga dari persamaan diatas menjadi :

$$V_d 3\Phi = \frac{I \cdot \rho \cdot L \cdot \cos \phi}{A} \text{ volt} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.3 Rugi Daya Pada Saluran

Rugi daya adalah besarnya daya yang hilang dalam penyaluran daya listrik yang dikirim oleh sumber daya listrik utama ke suatu beban akibat adanya drop tegangan karena pembebanan dan parameter jaringan. Rugi daya pada jaringan distribusi diakibatkan oleh rugi – rugi teknis pada jaringan, dimana rugi – rugi teknis ini dipengaruhi oleh besarnya resistansi dan reaktansi penghantar dalam bentuk rugi daya aktif dan rugi daya reaktif.

Kerugian daya pada penghantar untuk sistem 3

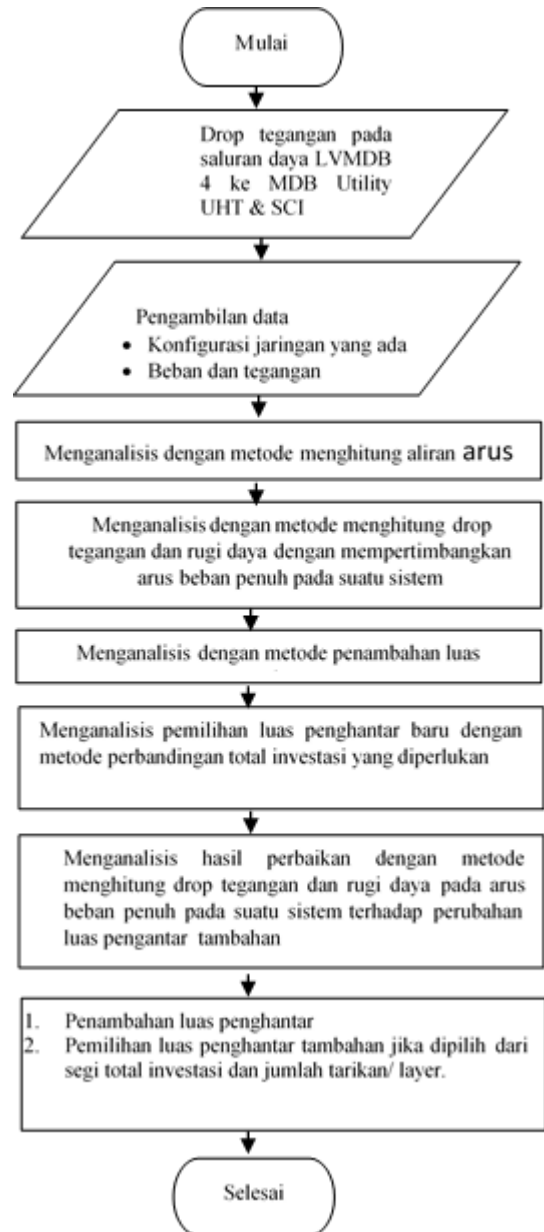
fasa 4 kawat dengan beban seimbang adalah sebagai berikut:

$$P_{3\Phi} = 3 \cdot I^2 \cdot R \dots\dots\dots(2.14)$$

$$P_{3\Phi} = 3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{A} \dots\dots\dots(2.15)$$

3 METODE PENELITIAN

3.1 Langkah – Langkah Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Langkah – Langkah Penelitian

3.2 Data

Data yang diperlukan dalam pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Kapasitas Daya Terpasang Sistem pada unit LVMDDB 4 PT. Indolakto Purwosari:

Daya terpasang dari PLN

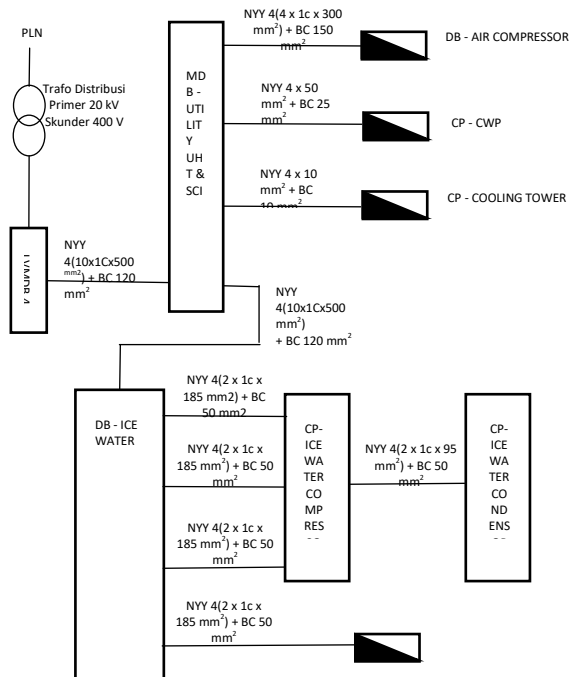
Jumlah fasa : 3 fasa 4 kawat

Daya : 4.000 kVA

Tegangan : 228/400 V

3.2 Single Line Diagram MDB Utility UHT & SCI

Gambar 3.2. Single Line Diagram Luas Penampang Saluran Distribusi Daya



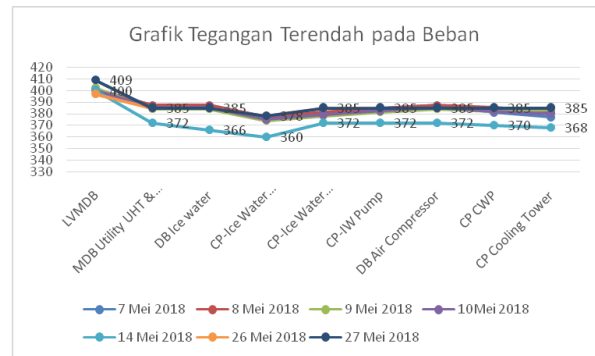
Sumber : Engineering PT. Indolakto Purwosari

Tabel 3.2. Data Hasil Pengukuran Tegangan Terendah Pada Saluran Distribusi Dari LVMD 4 ke Panel-panel Beban

No.	Tegangan	Rata-rata Cos ϕ	Tanggal pengukuran					
			7 .05. 18	8 .05. 18	10 .05. 18	11 .05. 18	26 .05. 18	27 .05. 18
1	LVMD B 4	0.95	402	397	402	402	396	413
2	MDB Utility UHT & SCI	0.85	385	385	386	384	380	386
3	DB Ice Water	0.85	385	385	386	384	380	386
4	CP-Ice Water Compressor	0.85	385	385	386	384	380	386
5	CP-Ice Water Condensor	0.85	385	385	386	384	382	386
6	CP-IW Pump	0.85	385	385	386	384	382	386
7	DB Air Compressor	0.84	385	385	386	380	381	386
8	CP CWP	0.85	385	385	386	384	382	386
9	CP Cooling Tower	0.85	385	385	386	384	382	386

Sumber : Engineering PT. Indolakto Purwosari

Grafik 3.1. Hasil Aktual Pengukuran Tegangan Terendah dari Sumber Daya (LVMD 4) sampai ke Panel-panel Beban



Sumber : Engineering PT. Indolakto Purwosari

Analisis dari table 3.2 dan grafik 3.1. hasil pengukuran tegangan terendah pada saluran distribusi daya dari LVMD 4 ke beban adalah sebagai berikut :

1. Pada saluran LVMD 4 ke MDB Utility UHT & SCI didapati tegangan terendah sebesar 372Volt pada tanggal 14 Mei 2018, dari tegangan kirim LVMD 4 sebesar 400V. Sehingga dapat disimpulkan terjadi drop tegangan sebesar 28Volt.
2. Pada saluran DB Ice Water ke CP Ice Water Compressor pada tanggal 14 Mei 2018, didapati tegangan terendah sebesar 360Volt dari tegangan kirim DB Ice Water 366Volt. Sehingga dapat disimpulkan terjadi drop tegangan sebesar 6Volt.
3. Pada saluran LVMD 4 ke MDB Utility UHT & SCI didapati hasil pengukuran tegangan pada incoming MDB Utility UHT & SCI dikisaran 385 Volt sampai dengan 387 Volt dari tegangan kirim dari LVMD 4 dikisaran 397 Volt sampai dengan 409 Volt. Dan dapat dihitung adanya drop tegangan 397 Volt – 385 V = 12 Volt.

Dari analisis diatas disimpulkan drop tegangan terbesar terjadi pada saluran distribusi daya dari LVMD 4 ke MDB Utility UHT dan SCI.

Tabel 3.4 Data saluran transmisi pada MDB Utility UHT & SCI

No.	Nama Panel	Panjang kabel (meter)	Penghantar			
			Jumlah core	Jenis	jumlah tarikan / layer	Luas penampang (mm ²)
1	MDB Utility UHT & SCI	174	Singlecore	Cu	4x 10x 1C	500
2	DB Ice Water	10	Singlecore	Cu	4x 10x 1C	500
3	CP-Ice Water Compressor	55	Singlecore	Cu	4x 6x 1C	185
4	CP-Ice Water Condensor	35	Singlecore	Cu	4x 2x 1C	95
5	CP-IW Pump	20	Singlecore	Cu	4x 2x 1C	185
6	DB Air Compressor	15	Singlecore	Cu	4x 5x 1C	300
7	CP CWP	65	Singlecore	Cu	4C	50
8	CP Cooling Tower	65	Singlecore	Cu	4C	10

3. PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1 Perhitungan Arus Line (IL)

Perhitungan mencari arus line (IL) pada beban adalah:

1. Beban pada DB Ice Water
 Daya : 2.240.000 Watt
 Jumlah fasa : 3 Fasa
 Tegangan : 228 / 400 V
 cos ϕ : 0,85

$$IL = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

$$IL = \frac{2.240.000 \text{ Watt}}{\sqrt{3} \cdot 400,85}$$

$$IL = 3804 \text{ A}$$

Dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing beban didapatkan Arus Line (IL), seperti terlihat pada tabel 4.1. sebagai berikut:

Tabel 4.1. Perhitungan Arus Line (IL)

No.	Titik Beban	Daya (Watt)	Arus (A)
1	DB Ice water	2.240.000	3803,8
2	CP Ice water Compressor	1.110.000	1884,9
3	CP Ice water Condensor	150.000	254,7
4	CP IW Pump	272.200	462,2
5	DB Air Compressor	715.000	1.214,20
6	CP -CWP	55.500	94,2
7	CP Cooling Tower	49.000	83,2
8	MDB Utility UHT & SCI	4.591.700	7.797,30

4.2 Perhitungan Jatuh Tegangan (Vd) dan Rugi Daya (Pis):

Perhitungan menganalisa jatuh tegangan dan rugi tegangan dalam saluran adalah:

1. Jatuh Tegangan dan Rugi Daya pada Db Ice Water.

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2.240.000 \text{ Watt} \\ \text{Fasa} &: 3 \text{ fasa} \\ \text{Arus} &: 3.803,8 \text{ Ampere} \\ \cos \phi &: 0,85 \\ \text{Tahanan jenis kabel CU} &: 1,74 \times 10^{-8} \\ \text{Panjang Penghantar} &: 10 \text{ m} \\ \text{Luas Penampang} &: 10 \times 1 \text{ C} \times 500 \text{ mm}^2 = 5.000 \text{ mm}^2 = 0,005 \text{ m}^2 \\ V_d &= \frac{I \cdot \rho \cdot L \cdot \cos \phi}{A} \end{aligned}$$

$$V_d = \frac{3803,8 \cdot 1,74 \times 10^{-8} \cdot 10 \cdot 0,85}{0,005}$$

$$V_d = 1,13 \text{ Volt}$$

$$V_d(\%) = \frac{V_d}{V_{\text{sumber}}} \times 100\%$$

$$V_d(\%) = \frac{1,13}{400} \times 100\%$$

$$V_d = 0,28\%$$

$$Pis = 3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{A}$$

$$Pis = 3 \cdot 3803,8^2 \cdot 1,74 \times 10^{-8} \cdot \frac{10}{0,005}$$

$$Pis = 15.105,8 \text{ Watt}$$

$$Pis = \frac{Pis}{\text{Daya awal}} \times 100\%$$

$$Pis = \frac{15.105,8}{2.240.000} \times 100\%$$

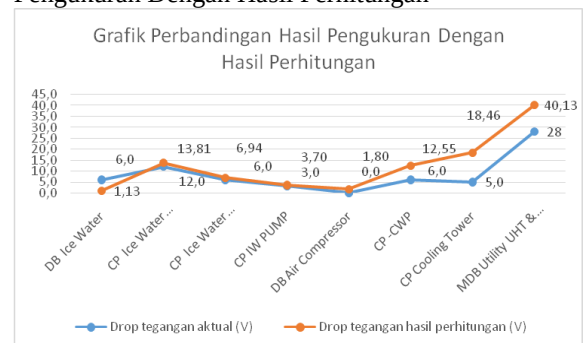
$$Pis = 0,67\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan nilai jatuh tegangan dan rugi daya seperti dalam Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2. Drop Tegangan dan Rugi Daya Pada Panel Beban Tersalur dari LVMDB 4 Sesuai Desain Full Capacity

No.	Titik Beban	Vd (V)	Vd (%)	Pis (Watt)	Pis (%)
1	DB Ice Water	1,13	0,28	15.105,8	0,67
2	CP Ice Water Compressor	13,81	3,45	20.401,2	1,84
3	CP Ice Water Condensor	6,94	1,73	6.239,0	4,16
4	CP IW PUMP	3,70	0,92	6.028,7	2,21
5	DB Air Compressor	1,80	0,45	7.695,4	1,08
6	CP -CWP	12,55	3,14	4.173,0	7,52
7	CP Cooling Tower	18,46	4,61	5.421,3	11,06
8	MDB Utility UHT & SCI	40,13	10,03	1.104.442,6	24,05

Grafik 4.1 Grafik Perbandingan Drop Tegangan Hasil Pengukuran Dengan Hasil Perhitungan



Sumber : Engineering PT. Indolakto Purwosari

Analisa dari tabel 4.2 dan grafik 4.1. perbandingan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan, adalah sebagai berikut :

1. Dari tabel 4.2 diperoleh saluran transmisi yang mempunyai drop tegangan dan rugi daya paling tinggi pada perhitungan beban penuh / full load adalah pada saluran transmisi MDB Utility UHT & SCI, dengan drop tegangan sebesar 40,13 Volt atau sama dengan 10,03%. Dan rugi daya terhitung

sebesar 1.104.442,6 Watt atau sama dengan 24,05%. Dari sini jelas sangat merugikan perusahaan jika saluran transmisi ini dijalankan dengan beban penuh maka drop tegangan secara teoritis bisa drop sampai dengan 40,13 volt / pada incoming MDB Utility UHT & SCI tegangan dimungkinkan menjadi 359,87 Volt dari seharusnya 400 Volt.

2. Drop tegangan tertinggi terjadi pada saluran transmisi antara LVMD4 ke MDB Utility UHT & SCI, dengan hasil metode pengukuran sebesar 28 volt dan dengan metode menghitung drop tegangan, rugi daya berdasarkan faktor beban dengan mempertimbangkan arus beban penuh pada sistem sebesar 40,13 volt. Sehingga dari analisis perhitungan drop tegangan dan rugi daya pada saluran ini perbaikan difokuskan pada saluran transmisi dari LVMD4 ke MDB Utility UHT & SCI.

3.2. Perbaikan Saluran Transmisi

4.3.1 Perhitungan luas penghantar tambahan

Diketahui besar drop tegangan pada MDB UHT & SCI sebesar 10,83%, jika batas minimal drop tegangan sebesar 5%, maka :

Daya : 4.591.700 Watt

Tegangan : 400 V

Arus : 7.797,3 A

$\cos \phi$: 0,85

Tahanan jenis kabel Cu : $1,74 \times 10^{-8} \Omega \text{m}^2/\text{m}$

Panjang Penghantar : 174 m

Vd (lama) = 10,83%

Jika target drop tegangan disesuaikan dengan dengan standar SPLN 1 :1978 maksimum drop tegangan +5%, maka :

Vd (%baru) = 5%

$$Vd (\% \text{baru}) = \frac{Vd(\text{baru})}{400} \times 100\%$$

$$5\% = \frac{Vd(\text{baru})}{385 \text{ V}} \times 100\%$$

$$Vd (\text{baru}) = \frac{5}{100} \times 400$$

$$Vd (\text{baru}) = 20 \text{ V}$$

Dari perhitungan drop tegangan baru (Vd(baru)) diperoleh sebesar 19,25V, dan untuk menghitung luas penghantar baru (A(baru)) sebagai berikut :

$$Vd(\text{baru}) = \frac{I \cdot \rho \cdot L \cdot \cos \phi}{A(\text{baru})}$$

$$19,25 = \frac{7797,3 \cdot 1,74 \times 10^{-8} \cdot 174 \cdot 0,85}{A(\text{baru})}$$

$$A (\text{baru}) = \frac{8.101 \cdot 1,74 \times 10^{-8} \cdot 174 \cdot 0,85}{20}$$

$$A (\text{baru}) = 0,010033 \text{ m}^2$$

$$A (\text{baru}) = 10.033 \text{ mm}^2$$

Dari perhitungan diatas didapat luas penampang yang dibutuhkan untuk menurunkan drop tegangan

sebesar 5% diperlukan luas penghantar (baru) sebesar 10.033 mm².

Pada instalasi terpasang (*existing*) sebesar 5.000mm² dan untuk kebutuhan luas penghantar (baru) sebesar 10.033 mm², sehingga luas penghantar baru yang diperlukan :

$$= 10.033 \text{ mm}^2 - 5.000 \text{ mm}^2 = 5.033 \text{ mm}^2$$

4.3.2 Analisa kebutuhan luas penghantar tambahan dan total investasi yang diperlukan

Tabel 4.3 Ukuran kabel dan harga kabel tembaga (Cu) berinti tunggal yang ada dipasaran

	Ukuran Kabel NYY	Harga /meter
1	1C x 500 mm ²	Rp. 493.500,00
2	1C x 300 mm ²	Rp. 265.000,00
3	1C x 240 mm ²	Rp. 210.600,00
4	1C x 185 mm ²	Rp. 159.500,00
5	1C x 120 mm ²	Rp. 106.000,00
6	1C x 95 mm ²	Rp. 85.400,00

Sumber : List penawaran kabel merk Supreme dari PT. Cakra Lima – Surabaya, per 20 Juni 2018.

Tabel 4.4 pemilihan penghantar (kabel) dan total investasi yang diperlukan

No.	Spesifikasi kabel	Ukuran Kabel (mm ²)	Total luas penghantar per fasa (mm ²)	Panjang kabel (m)	Total harga kabel untuk 3 fasa (Rp.)
1	NYY 4x (11x 1C x	500	5500	174	3.778.236.000
2	NYY 4x (17x 1C x	300	5100	174	3.135.480.000
3	NYY 4x (21x 1C x	240	5040	174	3.078.129.600

Dari tabel 4.4. dapat dilakukan pemilihan dari perbandingan 3 buah luas penghantar (kabel) yang berbeda, dan dalam melakukan pemilihan dapat dilakukan dengan faktor pertimbangan sebagai berikut :

1. Faktor harga investasi

Jika dilihat dari total harga investasi yang diperlukan kabel dengan ukuran NYY 4x (21x 1C x 240 mm²) menjadi pilihan yang pertama dengan total investasi sebesar Rp. 3.078.129.600,00

2. Faktor jumlah tarikan / layer

Pilihan yang mempunyai jumlah tarikan / layer paling sedikit yaitu kabel dengan ukuran NYY 4x (11x 1C x 500 mm²). Dengan ukuran kabel ini hanya diperlukan 11 tarikan per fasa, sehingga sangat memudahkan dalam instalasi karena tidak memakan banyak tempat serta bisa menambah kesan instalasi menjadi lebih rapi.

3. Faktor harga investasi dibandingkan jumlah tarikan / layer

Pada pemilihan ini, pemilihan lebih diutamakan pada perhitungan selisih harga dibandingkan selisih jumlah tarikan. Dan untuk pilihan yang

paling baik adalah kabel dengan ukuran NYY 4x (17x 1C x 300 mm²), karena mempunyai selisih harga tidak begitu jauh dari kabel 240mm² (selisih harga Rp. 57.350.400,00) serta memerlukan jumlah tarikan tidak begitu banyak dari kabel 500mm² (selisih 6 tarikan per fasa).

4.4 Jatuh Tegangan dan Rugi Daya pada MDB UHT & SCI Sesudah Penambahan Luas Penghantar, adalah sebagai berikut :

Drop Tegangan dan Rugi Daya pada MDB Utility UHT & SCI dengan menggunakan luas penghantar baru (A (baru))

Daya : 4.591.700 Watt
 Tegangan : 400 Volt
 Arus : 7797,3 Ampere
 cos φ : 0,85
 Tahanan jenis kabel Cu: 1,74x10⁻⁸Ωm²/m
 Panjang Penghantar : 174 m
 Luas Penampang terpasang / existing :
 10 x 1C x500 mm² = 5.000 mm²
 Luas Penampang tambahan :
 11 x 1C x500 mm² = 5.500 mm²
 Luas Penampang (baru) / A(baru) :
 = 5.000 mm² + 5.500 mm²
 = 10.500 mm² = 0,01050m²

$$Vd \text{ (baru)} = \frac{I \cdot \rho \cdot L \cdot \cos \phi}{A}$$

$$Vd \text{ (baru)} = \frac{7797,3 \cdot 1,74 \times 10^{-8} \cdot 174 \cdot 0,85}{0,01050}$$

$$Vd \text{ (baru)} = 19,11 \text{ Volt}$$

$$Vd \text{ (baru)} = \frac{19,11 \text{ V}}{400 \text{ V}} \times 100\%$$

$$Vd \text{ (baru)} = 4,78 \%$$

$$Pis \text{ (baru)} = 3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{A}$$

$$Pis \text{ (baru)} = 3 \cdot (7797,3)^2 \cdot 0,0174 \times 10^{-8} \cdot \frac{174}{0,01050}$$

$$Pis \text{ (baru)} = 525.925 \text{ Watt}$$

$$Pis \text{ (baru)} = \frac{525.925}{4.591.700} \times 100\% = 11,45\%$$

Tabel 4.7. Analisis Hasil Perhitungan Drop Tegangan dan Rugi Daya Pada MDB Utility UHT &SCI Sebelum dan Sesudah Perbaikan Dengan Penggunaan Luas Penghantar NYY 4x(21x1Cx 240mm²)

Titik Beban	A(lama) (mm ²)	Vd(lama) (V)	Vd(lama) (%)	Pis(lama) (Watt)	Pis(lama) (%)	V(lama) (V)
MDB UTILITY UHT & SCI	5.000	40,13	10,03	1.104.443	24,05	359,87

Titik Beban	A(baru) (mm ²)	Vd(baru) (V)	Vd(baru) (%)	Pis(baru) (Watt)	Pis(baru) (%)	V(baru) (V)
MDB UTILITY UHT & SCI	10.040	19,99	5,00%	550.021	11,98%	380,01

Dari tabel 4.7. setelah penambahan luas penghantar dari 5.000 mm² menjadi 10.040mm² pada saluran transmisi LVMDb 4 ke MDB Utility

UHT &SCI drop tegangan total berkurang dari 41,7 Volt menjadi 19,99 Volt, sehingga dengan drop tegangan sebesar 19,99 Volt tegangan pada incoming MDB Utility UHT & SCI menjadi 380,01 Volt dan rugi daya total berkurang menjadi 550.021 Watt.

Efek yang dapat diperoleh dari perbaikan ini, adalah :

1. Seiring turunnya drop tegangan pada saluran transmisi antara LVMDb 4 ke MDB Utility UHT & SCI sebesar 5%, maka rugi daya pada saluran transmisi juga akan turun dari sebelum perbaikan sebesar 1.104.443 Watt menjadi 550.021 Watt. Sehingga efisiensi penggunaan energi listrik dapat lebih efisien dari sebelumnya.
2. Tegangan pada incoming MDB Utility UHT & SCI naik menjadi 380 Volt dari sebelumnya 359,87 Volt, sehingga suplai tegangan ke panel – panel beban yang bersumber dari MDB Utility UHT & SCI akan menjadi lebih baik. Hal ini akan berpengaruh terhadap kinerja dari peralatan – peralatan listrik dan instrumentasi elektrik menjadi lebih maksimal dan umur pakai (lifetime) akan lebih lama.
3. Resiko panel – panel beban trip akibat tegangan drop dapat diminimalkan, sehingga kontinuitas dalam produksi dapat dijaga.

5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan terhadap perhitungan drop tegangan dan rugi daya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Cara mengetahui letak saluran daya yang bermasalah menggunakan metode analisis data aktual dilapangan adalah dengan membandingkan selisih besar tegangan pada ujung saluran kirim dengan besar tegangan pada ujung saluran terima pada masing – masing beban. Cara mengetahui letak saluran daya yang bermasalah dengan menggunakan metode menghitung drop tegangan dan rugi daya berdasarkan faktor beban dengan mempertimbangkan arus beban penuh pada sistem adalah dengan menghitung besar arus pada saluran dikondisi beban penuh / sesuai desain maksimal, kemudian dari hasil perhitungan arus tersebut digunakan untuk menghitung besar drop tegangan dan rugi daya pada saluran daya..
2. Dari analisis perhitungan untuk memperoleh perubahan drop tegangan pada MDB Utility UHT & SCI dari Vd (lama) = 10,03% menjadi 5,0% (disesuaikan dengan standar SPLN 1 1978 yaitu maksimum drop tegangan + 5%), maka dibutuhkan penambahan luas penampang dari 5.000 mm² (jaringan terpasang) menjadi 10.040mm² atau dibutuhkan penambahan luas penghantar (A (baru)) sebesar 5.033 mm². Sehingga pada saluran transmisi LVMDb 4 ke MDB Utility UHT & SCI drop tegangan berkurang dari Vd (lama) = 40,13Volt menjadi Vd (baru) = 19,11 Volt (turun 21,02 Volt) dan rugi daya saluran transmisi

berkurang menjadi Pis (baru) = 525.925 Watt dari Pis (lama) = 1.104.443 Watt sebelum perbaikan.

3. Perubahan tegangan pada incoming MDB Utility UHT & SCI terjadi setelah dilakukan perbaikan saluran transmisi dengan cara menambah luas penghantar yang semula 5.000 mm² (jaringan terpasang) ditambah menjadi 10.040 mm², hasilnya adalah tegangan pada incoming MDB Utility UHT dan SCI yang semula 359,87 Volt menjadi 381 Volt. Sehingga drop tegangan menjadi 5%.

5.2 Saran

1. Perlunya kontrol dan pendokumentasian parameter penggunaan energi listrik yang baik dan teratur juga bisa menjadi acuan data dalam menjaga efisiensi tenaga listrik dan perkembangan beban yang berkelanjutan.
2. Perlu adanya evaluasi terhadap saluran transmisi pada beban –beban yang lain, untuk mengurangi drop tegangan dan rugi – rugi daya pada saluran transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

Beaty, William. 1998. *Electric Power Distribution System, Pennwell* : Tulsa

Budis. 2017. *Jaringan listrik, Power, rangkaian* [Internet]. [diunduh 2018 Mei 10]; Tersedia pada : <http://www.info-elektro.com/2017/06/teori-segitiga-daya-listrik-tenaga.html>

Turan, Gonen,. 1986. *Electric Power Distribution System Engineering*. New York : McGraw Hill Book Co

Kadir, Ahmad. 1993. *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta : LP3ES

Mismail, Budiono. 1983. *Analisa Sistem Tenaga. Malang* : Lembaga Penerbitan UB

Munandar, Aries . 1988. *Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : Pradnya Paramitha

Nur Adha, Bkti. 2006. *Bahan Penghantar. Makalah Distribusi Tenaga Listrik* [Internet]. [diunduh 2018 Mei 10]; 9922806. Tersedia pada: https://www.academia.edu/9922806/kawat_penghantar

SPLN 72. 1987. *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) Dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara

SPLN Nomor 1 tahun 1978; dan SPLN 50 tahun 1997

William, Stevenson. D. 1996. *Analisis Sistem Tenaga Listrik. Erlangga*

Theraja. 1997. *A Textbook of Electrical Technology*. New Delhi : Transmission, Distribution and Utilization