

Evaluasi Dimensi Penampang Kabel Penerangan Jalan Umum Tol Probowangi Paket 1

Aditya Nur Arifin¹, Annisa Kesy Garside²,

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang (TNR 9)

Kontak Person:
Aditya Nur Arifin
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang
E-mail: adits.arifins@gmail.com

Abstrak

Artikel ini menganalisis penampang kabel yang digunakan untuk penerangan jalan umum di Tol Probowangi 1. Studi ini mengevaluasi penampang kabel, mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak kabel, beban daya lampu, dan tingkat penurunan tegangan yang diijinkan. Hasil analisis menunjukkan penampang kabel yang optimal untuk meminimalkan biaya total kepemilikan (Total Cost of Ownership/TCO) sepanjang masa pakai sistem penerangan, sekaligus memastikan kinerja pencahayaan yang handal dan memenuhi standar. Rekomendasi praktis untuk pemilihan penampang kabel yang efisien dan berkelanjutan diberikan untuk proyek-proyek penerangan jalan serupa di masa mendatang.

Didalam kelistrikan penerangan jalan umum (PJU) di Tol Probowangi 1 telah ada gambar Detail Engineering Design (DED). Pada gambar DED tersebut, didapati terdapat design kabel Feeder yang bisa diefisiensikan yang diharapkan dapat menghemat biaya TCO. Adapun standart design untuk menentukan penampang kabel Menurut PUIL 2011 (Peraturan Umum Instalasi Listrik) SNI 0225:2011 yaitu, nilai tegangan jatuh tidak diperbolehkan lebih dari 4% dari voltase pengenal. Berdasarkan kondisi tersebut, maka pada tugas akhir ini dilakukan meng efisiensikan penampang kabel feeder Tol Probowangi 1.

Kata kunci : Tegangan Jatuh, Drop Voltage, Efisiensi Penampang Kabel , PUIL 2011.

1. PENDAHULUAN

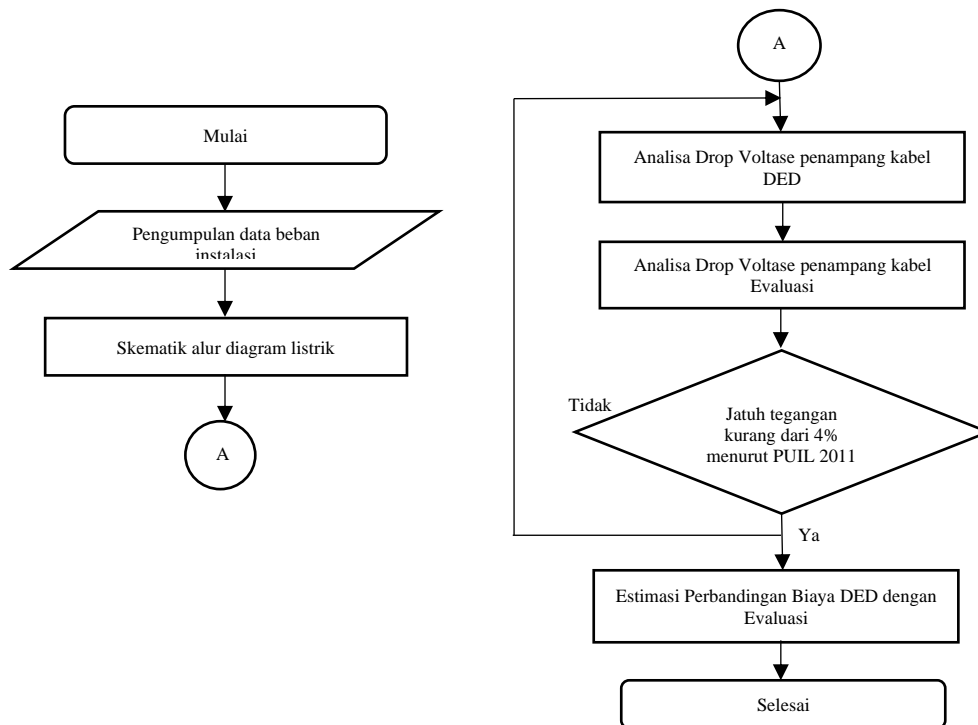
Salah satu Kebijakan Pemerintah yang ditetapkan untuk mencapai Sasaran Utama Pembangunan Nasional adalah dengan mengembangkan infrastruktur jalan tol di beberapa daerah di Indonesia. Keberadaan jalan tol diharapkan dapat menjadi sarana pemenuhan peningkatan akses mobilisasi sehingga dapat mendorong perekonomian di daerah sekitar dan nasional. Salah satu program pemerintah terkait pembangunan jalan tol di wilayah Jawa Timur adalah target pengoperasian Ruas Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi. Jalan Tol Probolinggo Banyuwangi Paket 1 yang dimulai dari daerah Kecamatan Gending Sta -3+881 sampai dengan daerah Kecamatan Kraksaan Sta 9+000 yang selanjutnya akan terintegrasi pada ruas selanjutnya. Dan Jalan Tol Probolinggo Banyuwangi ini merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Jawa yang nantinya akan dibangun sampai Banyuwangi.

Pengelolaan infrastruktur jalan tol, termasuk sistem penerangan jalan umum, membutuhkan perencanaan yang cermat untuk meminimalkan biaya total kepemilikan (Total Cost of Ownership/TCO) sepanjang masa pakainya. Pada ruas Tol Probowangi, sistem penerangan jalan menyumbang porsi signifikan terhadap biaya operasional. Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi TCO adalah pemilihan penampang kabel yang tepat. Penampang kabel yang terlalu kecil dapat menyebabkan kerugian energi yang signifikan akibat rugi-rugi daya yang tinggi, sementara penampang kabel yang terlalu besar akan meningkatkan biaya investasi awal yang tidak perlu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi biaya dari berbagai penampang kabel yang digunakan pada sistem penerangan jalan umum di Tol Probowangi, guna mengidentifikasi penampang kabel yang optimal untuk meminimalkan TCO dan memastikan kinerja sistem penerangan yang handal.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Langkah Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini dilaksanakan dalam beberapa tahap. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada tugas akhir ini meliputi *single line diagram* gambar DED, pengumpulan data beban total, dan memetakan arah serta jarak konduktor. Berikut rincian Penampang kabel, beban dan panjang kabel. Data tersebut diperlukan sebagai data perhitungan analisa Drop Voltase yang bertujuan untuk mengetahui, kabel yang digunakan pada DED apakah masih dapat diefisiensikan sehingga didapatkan penampang kabel yang optimal dan sesuai dengan dasar peraturan yang berlaku. Adapun data didapatkan dari hasil rekap pada gambar DED dari gambar layout dan wiring diagram, sebagai berikut;

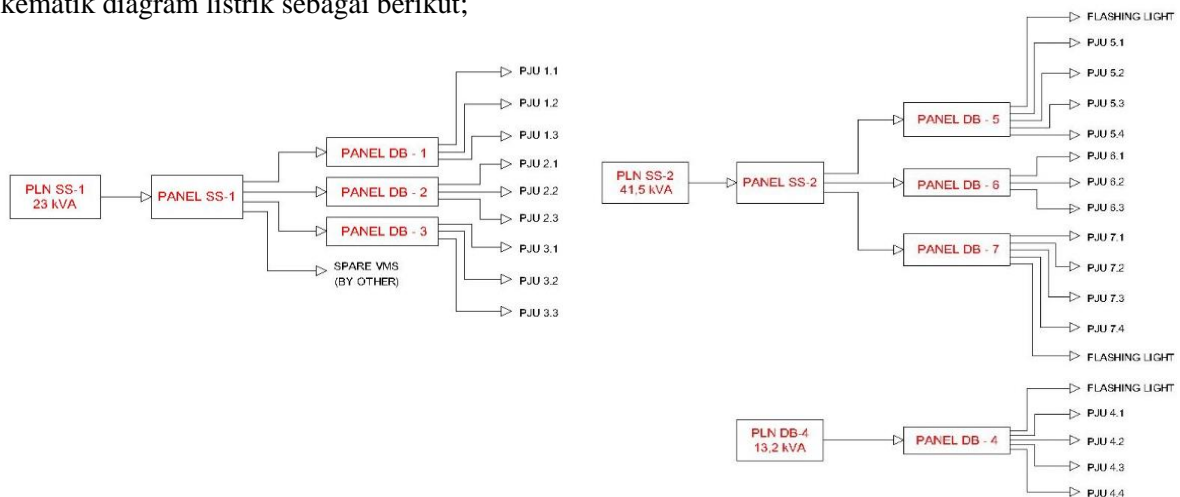
Tabel 2 Rekap Data kabel Feeder Panel (DED)

No.	Nama Kabel Feeder Panel	Penampang kabel (mm ²)	Daya Listrik (W)	Daya Listrik (VA)	conductor resistance Ω/km	Panjang kabel (m)
1	PLN ke SS-1	NYFGbY 4x150mm	19550 W	23000 VA	0,124 Ω/km	300 M
2	SS-1 ke DB 1	NYFGbY 4x95mm	4165 W	4900 VA	0,232 Ω/km	550 M
3	SS-1 ke DB 2	NYFGbY 4x50mm	6715 W	7900 VA	0,464 Ω/km	50 M
4	SS-1 ke DB 3	NYFGbY 4x120mm	6715 W	7900 VA	0,184 Ω/km	825 M
5	PLN ke DB 4	NYFGbY 4x50mm	11220 W	13200 VA	0,464 Ω/km	335 M
6	PLN ke SS-2	NYFGbY 4x95mm	28050 W	33000 VA	0,232 Ω/km	210 M
7	SS-2 ke DB 5	NYFGbY 4x50mm	6205 W	7300 VA	0,464 Ω/km	90 M
8	SS-2 ke DB 6	NYFGbY 4x50mm	6545 W	7700 VA	0,464 Ω/km	230 M
9	SS-2 ke DB 7	NYFGbY 4x50mm	8075 W	9500 VA	0,464 Ω/km	300 M

Tabel 3 Rekap Data kabel Feeder PJU (DED)

Nama Group Kabel Feeder PJU	Penampang kabel (mm ²)	Panjang Kabel	Daya Listrik (W)	conductor resistance Ω/km
PANEL DB-1 KE PJU				
DB-1.1-1 s/d DB-1.1-6	NYFGbY 4x16mm	250 Mtr	240 W	1,403 Ω/km
DB-1.2-1 s/d DB-1.2-6	NYFGbY 4x16mm	264 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
DB-1.3-2 s/d DB-1.3-7	NYFGbY 4x16mm	280 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
PANEL DB-2 KE PJU				
DB-2.1-1 s/d DB-2.1-8	NYFGbY 4x16mm	380 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-2.2-1 s/d DB-2.2-7	NYFGbY 4x16mm	318 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-2.3-1 s/d DB-2.3-7	NYFGbY 4x16mm	553 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
PANEL DB-3 KE PJU				
DB-3.1-1 s/d DB-3.1-8	NYFGbY 4x16mm	343 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-3.2-1 s/d DB-3.2-6	NYFGbY 4x16mm	450 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-3.3-1 s/d DB-3.3-7	NYFGbY 4x16mm	700 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
PANEL DB-4 KE PJU				
DB-4.1-1 s/d DB-4.1-8	NYFGbY 4x10mm	340 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-4.2-1 s/d DB-4.2-8	NYFGbY 4x10mm	323 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-4.3-1 s/d DB-4.3-11	NYFGbY 4x10mm	420 Mtr	480 W	1,403 Ω/km
DB-4.4-1 s/d DB-4.4-12	NYFGbY 4x10mm	435 Mtr	480 W	1,403 Ω/km
PANEL DB-5 KE PJU				
DB-5.1-1 s/d DB-5.1-7	NYFGbY 4x16mm	355 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
DB-5.2-1 s/d DB-5.2-7	NYFGbY 4x16mm	600 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
DB-5.3-1 s/d DB-5.3-9	NYFGbY 4x16mm	370 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
DB-5.4-1 s/d DB-5.4-8	NYFGbY 4x16mm	622 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
PANEL DB-6 KE PJU				
DB-6.1-1 s/d DB-6.1-9	NYFGbY 4x16mm	420 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-6.2-1 s/d DB-6.2-8	NYFGbY 4x16mm	270 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
DB-6.3-1 s/d DB-6.3-8	NYFGbY 4x16mm	320 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
DB-6.4-1 s/d DB-6.4-8	NYFGbY 4x16mm	362 Mtr	360 W	1,403 Ω/km
PANEL DB-7 KE PJU				
DB-7.1-2 s/d DB-7.1-9	NYFGbY 4x16mm	443 Mtr	720 W	1,403 Ω/km
DB-7.2-1 s/d DB-7.2-6	NYFGbY 4x16mm	243 Mtr	480 W	1,403 Ω/km
DB-7.3-1 s/d DB-7.3-12	NYFGbY 4x16mm	400 Mtr	480 W	1,403 Ω/km
DB-7.4-1 s/d DB-7.4-11	NYFGbY 4x16mm	482 Mtr	480 W	1,403 Ω/km

adapun diperlukan untuk mempermudah alur dari jalur instalasi kabel, maka dibuatkan jalur skematik diagram listrik sebagai berikut;



Gambar 2 Single line diagram kelistrikan

Dari data-data diatas didapati alur diagram pembagian daya panel, dimensi penampang kabel, daya panel proteksi, Panjang jarak kabel dan konduktor resistensi. Dari data tersebut dapat dilanjutkan untuk melakukan analisa drop voltage difungsikan untuk mengetahui kabel penampangyang dipakai sudah sesuai ataupun masih bisa diefisiensikan.

3.2. Analisis dan Pembahasan

3.2.1 Perhitungan Drop Voltage

Perhitungan Tegangan Jatuh

Berdasarkan standar PUIL 2011 yang mengacu pada IEC 60288 dan hasil pengambilan data yang penulis lakukan, salah satu contohnya adalah kabel 3 fasa dari Panel SS-1 menuju ke Panel DB-1 didapatkan data sebagai berikut.

Penampang kabel 4x150m

$$Z_c = 0,124 \Omega/km$$

$$I = 35A$$

$$L = 300 m = 0,30km =$$

Perhitungan jatuh tegangan 3 fasa sebagai berikut.

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L \times Z_c$$

$$\Delta V = 1,732 \times 35 \times 0,3 \times 0,124$$

$$\Delta V = 2,2V$$

$$V_{s3} = 380V - 2,2 V = 377,8V$$

$$\Delta V\% = \frac{377,8}{380} \times 100\% = 0,59\%$$

Lalu untuk kabel 1 fasa dari DB-1 menuju ke PJU Grup DB1.1, didapatkan data sebagai berikut.

Penampang kabel 4x16m

$$Z_c = 1,403 \Omega/km$$

$$I = 1,1A$$

$$panjang = 250 m = 0,25km$$

$$V_{s1} = V_{s3} \times \sqrt{3} = 377,8 \times 1,732 = 217,2V$$

Perhitungan jatuh tegangan 1 fasa sebagai berikut.

$$\Delta V = I \times L \times 2 \times Z_c$$

$$\Delta V = 1,1 \times 0,25 \times 2 \times 1,403$$

$$\Delta V = 0,38V$$

$$V = 217,2V - 0,38V = 216,7V$$

$$\Delta V\% = \frac{216,7}{220} \times 100\% = 1,46\%$$

Berikut hasil perhitungan Drop Voltase 3 fasa dan 1 fasa pada gambar kelistrikan DED Probowangi 1.

Tabel 4. Analisa Drop Voltase Feeder Panel dan PJU (DED)

No.	Jalur Kabel Feeder Panel	Penampang kabel (mm ²)	Daya Listrik (W)	$\sqrt{3}$	conductor resistance Ω/km	panjang kabel (m)	Arus beban (A)	Tegangan Source (V)	Drop Tegangan (ΔV)	Tegangan Akhir (V3)	ΔV %
1	PLN ke SS-1	NYFGbY 4x150mm	19550 W	1,732	0,124 Ω/km	300 M	32,8 A	400 V	2,6 V	397,4 V	-4,58%
2	SS-1 ke DB 1	NYFGbY 4x95mm	4165 W	1,732	0,232 Ω/km	550 M	7,0 A	397,42 V	4,4 V	393,0 V	-3,42%
3	SS-1 ke DB 2	NYFGbY 4x50mm	6715 W	1,732	0,464 Ω/km	50 M	11,3 A	397,42 V	0,8 V	396,6 V	-4,37%
4	SS-1 ke DB 3	NYFGbY 4x120mm	6715 W	1,732	0,184 Ω/km	825 M	11,3 A	397,42 V	4,2 V	393,2 V	-3,48%
5	PLN ke DB 4	NYFGbY 4x50mm	11220 W	1,732	0,464 Ω/km	335 M	18,8 A	400 V	5,9 V	394,1 V	-3,70%
6	PLN ke SS-2	NYFGbY 4x95mm	28050 W	1,732	0,232 Ω/km	210 M	47,1 A	400 V	1,9 V	398,1 V	-4,75%
7	SS-2 ke DB 5	NYFGbY 4x50mm	6205 W	1,732	0,464 Ω/km	90 M	10,5 A	398,06 V	1,7 V	396,3 V	-4,30%
8	SS-2 ke DB 6	NYFGbY 4x50mm	6545 W	1,732	0,464 Ω/km	230 M	11,0 A	398,06 V	4,6 V	393,4 V	-3,54%
9	SS-2 ke DB 7	NYFGbY 4x50mm	8075 W	1,732	0,464 Ω/km	300 M	13,6 A	398,06 V	6,3 V	391,8 V	-3,10%

Tabel 4. Lanjutan

NO	Nama Group Kabel Feeder PJU	Luas Penampang kabel (mm ²)	Panjang Kabel	Daya Listrik (W)	Ampere	Volt Source 3Ph	Volt 1Ph	conductor resistance Ω/km	Drop Tegangan (ΔV)	Tegangan Akhir (V1)	ΔV %
1	PANEL DB-1 KE PJU										
	DB-1.1-1 s/d DB-1.1-6	NYFGbY 4x16mm	250 Mtr	240 W	1,1 A	377 V	218 V	1,403 Ω/km	0,77 V	216,75 V	1,48%
	DB-1.2-1 s/d DB-1.2-6	NYFGbY 4x16mm	264 Mtr	360 W	1,6 A	377 V	218 V	1,403 Ω/km	1,21 V	216,31 V	1,68%
	DB-1.3-1 s/d DB-1.3-7	NYFGbY 4x16mm	280 Mtr	720 W	3,3 A	377 V	218 V	1,403 Ω/km	2,57 V	214,95 V	2,30%
2	PANEL DB-2 KE PJU										
	DB-2.1-1 s/d DB-2.1-8	NYFGbY 4x16mm	380 Mtr	720 W	3,3 A	392 V	226 V	1,403 Ω/km	3,49 V	222,73 V	-1,24%
	DB-2.2-1 s/d DB-2.2-7	NYFGbY 4x16mm	318 Mtr	720 W	3,3 A	392 V	226 V	1,403 Ω/km	2,92 V	223,30 V	-1,50%
	DB-2.3-1 s/d DB-2.3-7	NYFGbY 4x16mm	553 Mtr	720 W	3,3 A	392 V	226 V	1,403 Ω/km	5,08 V	221,14 V	-0,52%
3	PANEL DB-3 KE PJU										
	DB-3.1-1 s/d DB-3.1-8	NYFGbY 4x16mm	343 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	3,15 V	217,81 V	0,99%
	DB-3.2-1 s/d DB-3.2-6	NYFGbY 4x16mm	450 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	4,13 V	216,83 V	1,44%
	DB-3.3-1 s/d DB-3.3-7	NYFGbY 4x16mm	700 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	6,43 V	214,54 V	2,48%
4	PANEL DB-4 KE PJU										
	DB-4.1-1 s/d DB-4.1-8	NYFGbY 4x16mm	340 Mtr	720 W	3,3 A	387 V	224 V	1,403 Ω/km	3,12 V	220,53 V	-0,24%
	DB-4.2-1 s/d DB-4.2-8	NYFGbY 4x16mm	323 Mtr	720 W	3,3 A	387 V	224 V	1,403 Ω/km	2,97 V	220,69 V	-0,31%
	DB-4.3-1 s/d DB-4.3-11	NYFGbY 4x16mm	420 Mtr	480 W	2,2 A	387 V	224 V	1,403 Ω/km	2,57 V	221,08 V	-0,49%
	DB-4.4-1 s/d DB-4.4-12	NYFGbY 4x16mm	435 Mtr	480 W	2,2 A	387 V	224 V	1,403 Ω/km	2,66 V	220,99 V	-0,45%
5	PANEL DB-5 KE PJU										
	DB-5.1-1 s/d DB-5.1-7	NYFGbY 4x16mm	355 Mtr	360 W	1,6 A	388 V	224 V	1,403 Ω/km	1,63 V	222,34 V	-1,06%
	DB-5.2-1 s/d DB-5.2-7	NYFGbY 4x16mm	600 Mtr	360 W	1,6 A	388 V	224 V	1,403 Ω/km	2,75 V	221,21 V	-0,55%
	DB-5.3-1 s/d DB-5.3-9	NYFGbY 4x16mm	370 Mtr	360 W	1,6 A	388 V	224 V	1,403 Ω/km	1,70 V	222,27 V	-1,03%
	DB-5.4-1 s/d DB-5.4-8	NYFGbY 4x16mm	622 Mtr	720 W	3,3 A	388 V	224 V	1,403 Ω/km	5,71 V	218,25 V	0,79%
6	PANEL DB-6 KE PJU										
	DB-6.1-1 s/d DB-6.1-9	NYFGbY 4x16mm	420 Mtr	720 W	3,3 A	385 V	222 V	1,403 Ω/km	3,86 V	218,35 V	0,75%
	DB-6.2-1 s/d DB-6.2-8	NYFGbY 4x16mm	270 Mtr	360 W	1,6 A	385 V	222 V	1,403 Ω/km	1,24 V	220,97 V	-0,44%
	DB-6.3-1 s/d DB-6.3-8	NYFGbY 4x16mm	320 Mtr	360 W	1,6 A	385 V	222 V	1,403 Ω/km	1,47 V	220,74 V	-0,34%
	DB-6.4-1 s/d DB-6.4-8	NYFGbY 4x16mm	362 Mtr	360 W	1,6 A	385 V	222 V	1,403 Ω/km	1,66 V	220,55 V	-0,25%
7	PANEL DB-7 KE PJU										
	DB-7.1-1 s/d DB-7.1-9	NYFGbY 4x16mm	443 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	4,07 V	217,26 V	1,24%
	DB-7.2-1 s/d DB-7.2-6	NYFGbY 4x16mm	243 Mtr	480 W	2,2 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	1,49 V	219,84 V	0,07%
	DB-7.3-1 s/d DB-7.3-12	NYFGbY 4x16mm	400 Mtr	480 W	2,2 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	2,45 V	218,88 V	0,51%
	DB-7.4-1 s/d DB-7.4-11	NYFGbY 4x16mm	482 Mtr	480 W	2,2 A	383 V	221 V	1,403 Ω/km	2,95 V	218,38 V	0,74%

Dari data V1 akhir dan ΔV% diatas, didapati penampang kabel diatas masih dapat diefisiensikan. Sebagai contoh pada Panel DB-2 ke PJU dimana hasil persentase Drop Voltase adalah -1,24% dengan tegangan hasil perhitungan 222,73V yang mana pada tegangan tersebut dikategorikan bagus, namun alangkah baiknya agar dapat lebih diefisiensikan penggunaan penampang kabel. Secara standart Voltase pengenalan 1 phase adalah 220V dan secara aturan SNI penampang kabel dapat di kecilkan dengan batas 4% dari tegangan pengenalan, secara perhitungan menjadi 211V. Selain itu Lampu saat ini menggunakan LED dengan menggunakan Power Driver yang mempunyai tegangan inpu 100V sampai dengan 277V. Adapun perhitungan Drop Voltase efisiensi penampang kabel, sebagai berikut;

Tabel 5. Analisa Drop Voltase Feeder Panel dan PJU (Evaluasi)

No.	Nama Kabel Feeder Panel	Luas Penampang kabel (mm ²)	Daya Listrik (W)	√3	conductor resistance Ω/km	panjang kabel (m)	Arus beban (A)	Tegangan (V)	Drop Tegangan (Vd)	Tegangan Akhir (V)	ΔV %
1	PLN ke SS-1	NYFGbY 4x70mm	19550 W	1,732	0,321 Ω/km	300 M	32,8 A	400 V	6,7 V	393,3 V	-3,51%

2	SS-1 ke DB 1	NYFGbY 4x25mm	4165 W	1,732	0,87 Ω/km	550 M	7,1 A	393,33 V	16,6 V	376,8 V	0,85%
3	SS-1 ke DB 2	NYFGbY 4x25mm	6715 W	1,732	0,87 Ω/km	50 M	11,5 A	393,33 V	1,5 V	391,8 V	-3,11%
4	SS-1 ke DB 3	NYFGbY 4x50mm	6715 W	1,732	0,464 Ω/km	825 M	11,5 A	393,33 V	10,6 V	382,7 V	-0,72%
5	PLN ke DB 4	NYFGbY 4x25mm	11220 W	1,732	0,87 Ω/km	335 M	18,8 A	400 V	12,6 V	387,4 V	-1,94%
6	PLN ke SS-2	NYFGbY 4x50mm	28050 W	1,732	0,464 Ω/km	210 M	47,1 A	400 V	10,1 V	389,9 V	-2,60%
7	SS-2 ke DB 5	NYFGbY 4x35mm	6205 W	1,732	0,627 Ω/km	90 M	10,7 A	389,87 V	2,0 V	387,9 V	-2,08%
8	SS-2 ke DB 6	NYFGbY 4x35mm	6545 W	1,732	0,627 Ω/km	230 M	11,3 A	389,87 V	5,0 V	384,9 V	-1,28%
9	SS-2 ke DB 7	NYFGbY 4x35mm	8075 W	1,732	0,627 Ω/km	300 M	13,9 A	389,87 V	6,5 V	383,4 V	-0,88%

No	Nama Group Kabel Feeder PJU	Luas Penampang kabel (mm ²)	Panjang Kabel	Daya Listrik (W)	Arus beban (A)	Volt Source 3Ph	Volt 1Ph	conductor resistance Ω/km	Drop Tegangan (ΔV)	Tegangan Akhir (V)	ΔV %
1	PANEL DB-1 KE PJU										
	DB-1.1-1 s/d DB-1.1-6	NYFGbY 4x10mm	250 Mtr	240 W	1,1 A	377 V	218 V	2,232 Ω/km	1,22 V	216,30 V	1,68%
	DB-1.2-1 s/d DB-1.2-6	NYFGbY 4x10mm	264 Mtr	360 W	1,6 A	377 V	218 V	2,232 Ω/km	1,93 V	215,59 V	2,00%
	DB-1.3-1 s/d DB-1.3-7	NYFGbY 4x10mm	280 Mtr	720 W	3,3 A	377 V	218 V	2,232 Ω/km	4,09 V	213,43 V	2,99%
2	PANEL DB-2 KE PJU										
	DB-2.1-1 s/d DB-2.1-8	NYFGbY 4x10mm	380 Mtr	720 W	3,3 A	392 V	226 V	2,232 Ω/km	5,55 V	220,67 V	-0,30%
	DB-2.2-1 s/d DB-2.2-7	NYFGbY 4x10mm	318 Mtr	720 W	3,3 A	392 V	226 V	2,232 Ω/km	4,65 V	221,57 V	-0,71%
	DB-2.3-1 s/d DB-2.3-7	NYFGbY 4x10mm	553 Mtr	720 W	3,3 A	392 V	226 V	2,232 Ω/km	8,08 V	218,14 V	0,85%
3	PANEL DB-3 KE PJU										
	DB-3.1-1 s/d DB-3.1-8	NYFGbY 4x10mm	343 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	5,01 V	215,95 V	1,84%
	DB-3.2-1 s/d DB-3.2-6	NYFGbY 4x10mm	450 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	6,57 V	214,39 V	2,55%
	DB-3.3-1 s/d DB-3.3-7	NYFGbY 4x10mm	600 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	10,23 V	211,74 V	3,21%
4	PANEL DB-4 KE PJU										
	DB-4.1-1 s/d DB-4.1-8	NYFGbY 4x10mm	340 Mtr	720 W	3,3 A	387 V	224 V	2,232 Ω/km	4,97 V	218,69 V	0,60%
	DB-4.2-1 s/d DB-4.2-8	NYFGbY 4x10mm	323 Mtr	720 W	3,3 A	387 V	224 V	2,232 Ω/km	4,72 V	218,94 V	0,48%
	DB-4.3-1 s/d DB-4.3-11	NYFGbY 4x10mm	420 Mtr	480 W	2,2 A	387 V	224 V	2,232 Ω/km	4,09 V	219,56 V	0,20%
	DB-4.4-1 s/d DB-4.4-12	NYFGbY 4x10mm	435 Mtr	480 W	2,2 A	387 V	224 V	2,232 Ω/km	4,24 V	219,42 V	0,26%
5	PANEL DB-5 KE PJU										
	DB-5.1-1 s/d DB-5.1-7	NYFGbY 4x10mm	355 Mtr	360 W	1,6 A	388 V	224 V	2,232 Ω/km	2,59 V	221,37 V	-0,62%
	DB-5.2-1 s/d DB-5.2-7	NYFGbY 4x10mm	600 Mtr	360 W	1,6 A	388 V	224 V	2,232 Ω/km	4,38 V	219,58 V	0,19%
	DB-5.3-1 s/d DB-5.3-9	NYFGbY 4x10mm	370 Mtr	360 W	1,6 A	388 V	224 V	2,232 Ω/km	2,70 V	221,26 V	-0,57%
	DB-5.4-1 s/d DB-5.4-8	NYFGbY 4x10mm	622 Mtr	720 W	3,3 A	388 V	224 V	2,232 Ω/km	9,09 V	214,88 V	2,33%
6	PANEL DB-6 KE PJU										
	DB-6.1-1 s/d DB-6.1-9	NYFGbY 4x10mm	420 Mtr	720 W	3,3 A	385 V	222 V	2,232 Ω/km	6,14 V	216,07 V	1,78%
	DB-6.2-1 s/d DB-6.2-8	NYFGbY 4x10mm	270 Mtr	360 W	1,6 A	385 V	222 V	2,232 Ω/km	1,97 V	220,24 V	-0,11%
	DB-6.3-1 s/d DB-6.3-8	NYFGbY 4x10mm	320 Mtr	360 W	1,6 A	385 V	222 V	2,232 Ω/km	2,34 V	219,87 V	0,06%
	DB-6.4-1 s/d DB-6.4-8	NYFGbY 4x10mm	362 Mtr	360 W	1,6 A	385 V	222 V	2,232 Ω/km	2,64 V	219,57 V	0,20%
7	PANEL DB-7 KE PJU										
	DB-7.1-1 s/d DB-7.1-9	NYFGbY 4x10mm	443 Mtr	720 W	3,3 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	6,47 V	214,86 V	2,34%
	DB-7.2-1 s/d DB-7.2-6	NYFGbY 4x10mm	243 Mtr	480 W	2,2 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	2,37 V	218,97 V	0,47%
	DB-7.3-1 s/d DB-7.3-12	NYFGbY 4x10mm	400 Mtr	480 W	2,2 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	3,90 V	217,44 V	1,17%
	DB-7.4-1 s/d DB-7.4-11	NYFGbY 4x10mm	482 Mtr	480 W	2,2 A	383 V	221 V	2,232 Ω/km	4,69 V	216,64 V	1,53%

Terlihat dari data analisa Efisiensi Dimensi penampang kabel diatas, diketahui bahwa dengan penampang kabel tersebut masih memenuhi ketentuan SNI yang berlaku [2]. Sebagaimana seperti kabel awal dari PLN ke SS-1 pada DED menggunakan Kabel NYFGbY 4x150mm jarak Panjang kabel 300M didapati mendapat tegangan drop (Drop Voltase) 2,6Volt dengan daya masukan awal PLN 400V yang mendapat supply daya langsung dari Trafo PLN bisa digantikan ke penampang kabel NYFGbY 4x70mm

Drop Voltage 6,7Volt dengan persentase -3,51% dari tegangan pengenal 380V [2]. Begitupun pada kabel PJU pada grup DB-1.1-1 s/d DB-1.1-6 dimana pada gambar DED menggunakan kabel NYFGbY 4x16mm dari supply daya panel DB-1 tegangan 1Phase 218V dengan Panjang 250 meter didapatkan hasil perhitungan analisa drop voltase 1 phase 0,77V dapat digantikan dengan kabel NYFGby 4x10mm dengan drop voltase 1,22V dengan persentase1,68% dari tegangan pengenal 1phase 220V [2]. Adapun dengan mengecilkan dimensi kabel maka dapat dipastikan memperhemat biaya anggaran Penerangan Jalan Umum.

4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan DED dan Evaluasi

4.1.1 Perbandingan Harga Penampang Kabel DED dengan Evaluasi

Sebagaimana dasar efisiensi tersebut adalah sebagai bentuk penghematan biaya, maka dari hasil analisa antara gambar DED dengan Evaluasi dilakukan perbandingan dengan menggunakan harga dasar pembelian kabel dengan merk Supreme. Berikut hasil estimasi perbandingan harga;

No.	Nama Kabel Feeder	panjang kabel (m)	Gambar DED			Efisiensi		
			Penampang Kabel	Harga Material	Sub Total	Penampang Kabel	Harga Material	Sub Total
1	PLN ke SS-1	300 M	NYFGbY 4x150mm	1820000	546000000	NYFGbY 4x70mm	674000	202200000
2	SS-1 ke DB 1	550 M	NYFGbY 4x95mm	1230000	676500000	NYFGbY 4x25mm	222000	122100000
3	SS-1 ke DB 2	50 M	NYFGbY 4x50mm	370000	185000000	NYFGbY 4x25mm	222000	111000000
4	SS-1 ke DB 3	825 M	NYFGbY 4x120mm	1230000	1014750000	NYFGbY 4x50mm	370000	305250000
5	PLN ke DB 4	335 M	NYFGbY 4x50mm	370000	123950000	NYFGbY 4x25mm	222000	74370000
6	PLN ke SS-2	210 M	NYFGbY 4x95mm	1435000	301350000	NYFGbY 4x50mm	370000	77700000
7	SS-2 ke DB 5	90 M	NYFGbY 4x50mm	370000	333000000	NYFGbY 4x35mm	367000	33030000
8	SS-2 ke DB 6	230 M	NYFGbY 4x50mm	370000	851000000	NYFGbY 4x35mm	367000	84410000
9	SS-2 ke DB 7	300 M	NYFGbY 4x50mm	674000	202200000	NYFGbY 4x35mm	367000	110100000
1	PANEL DB-1 KE PJU							
	DB-1.1-1 s/d DB-1.1-6	250 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	46000000	NYFGbY 4x10mm	128000	32000000
	DB-1.2-1 s/d DB-1.2-6	264 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	48576000	NYFGbY 4x10mm	128000	33792000
	DB-1.3-1 s/d DB-1.3-7	280 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	51520000	NYFGbY 4x10mm	128000	35840000
2	PANEL DB-2 KE PJU							
	DB-2.1-1 s/d DB-2.1-8	380 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	69920000	NYFGbY 4x10mm	128000	48640000
	DB-2.2-1 s/d DB-2.2-7	318 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	58512000	NYFGbY 4x10mm	128000	40704000
	DB-2.3-1 s/d DB-2.3-7	553 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	101752000	NYFGbY 4x10mm	128000	70784000
3	PANEL DB-3 KE PJU							
	DB-3.1-1 s/d DB-3.1-8	343 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	63112000	NYFGbY 4x10mm	128000	43904000
	DB-3.2-1 s/d DB-3.2-6	450 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	82800000	NYFGbY 4x10mm	128000	57600000
	DB-3.3-1 s/d DB-3.3-7	700 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	128800000	NYFGbY 4x10mm	128000	89600000
4	PANEL DB-4 KE PJU							
	DB-4.1-1 s/d DB-4.1-8	340 Mtr	NYFGbY 4x10mm	128000	43520000	NYFGbY 4x10mm	128000	43520000
	DB-4.2-1 s/d DB-4.2-8	323 Mtr	NYFGbY 4x10mm	128000	41344000	NYFGbY 4x10mm	128000	41344000
	DB-4.3-1 s/d DB-4.3-11	420 Mtr	NYFGbY 4x10mm	128000	53760000	NYFGbY 4x10mm	128000	53760000

	DB-4.4-1 s/d DB-4.4-12	435 Mtr	NYFGbY 4x10mm	128000	55680000	NYFGbY 4x10mm	128000	55680000
5	PANEL DB-5 KE PJU							
	DB-5.1-1 s/d DB-5.1-7	355 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	65320000	NYFGbY 4x10mm	128000	45440000
	DB-5.2-1 s/d DB-5.2-7	600 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	110400000	NYFGbY 4x10mm	128000	76800000
	DB-5.3-1 s/d DB-5.3-9	370 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	68080000	NYFGbY 4x10mm	128000	47360000
	DB-5.4-1 s/d DB-5.4-8	622 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	114448000	NYFGbY 4x10mm	128000	79616000
6	PANEL DB-6 KE PJU							
	DB-6.1-1 s/d DB-6.1-9	420 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	77280000	NYFGbY 4x10mm	128000	53760000
	DB-6.2-1 s/d DB-6.2-8	270 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	49680000	NYFGbY 4x10mm	128000	34560000
	DB-6.3-1 s/d DB-6.3-8	320 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	58880000	NYFGbY 4x10mm	128000	40960000
	DB-6.4-1 s/d DB-6.4-8	362 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	66608000	NYFGbY 4x10mm	128000	46336000
7	PANEL DB-7 KE PJU							
	DB-7.1-1 s/d DB-7.1-9	443 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	81512000	NYFGbY 4x10mm	128000	56704000
	DB-7.2-1 s/d DB-7.2-6	243 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	44712000	NYFGbY 4x10mm	128000	31104000
	DB-7.3-1 s/d DB-7.3-12	400 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	73600000	NYFGbY 4x10mm	128000	51200000
	DB-7.4-1 s/d DB-7.4-11	482 Mtr	NYFGbY 4x16mm	184000	88688000	NYFGbY 4x10mm	128000	61696000
			Total Harga Kabel DED	Rp4.746.154.000,00		Total Harga Kabel Efisiensi	Rp2.292.964.000,00	
			Total Penghematan Biaya Material Kabel			Rp2.453.190.000,00		

4. KESIMPULAN

Analisa Drop Voltase diperlukan untuk menentukan penampang kabel yang lebih optimal. Dapat direkomendasikan menggunakan penampang kabel evaluasi yang mana memenuhi standart peraturan SNI yang berlaku, Adapun bisa menghemat biaya Rp.2.453.190.000,00. Dengan penghematan tersebut anggaran dapat dialihkan ke pembelian kebutuhan lainnya.

REFERENSI

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia, nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan.
- [2] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.
- [3] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2000.
- [4] Laras, Djoko. "Materi instalasi listrik", 2018.
- [5] Katalog Kabel Supreme, 2018.
- [6] CENELEC 2011. Brussels: European Committee for Electrotechnical Standardization.
- [7] International Standard: Conductor of insulated cables, IEC Standard 60228, 2004.
- [8] P.Van Harten , Ir.E.Setiawan. 1981. Instalasi Listrik Arus Kuat 1. Indonesia.
- [9] P.Van Harten , Ir.E.Setiawan. 1981. Instalasi Listrik Arus Kuat 2. Indonesia.
- [10] Suswanto, Daman. 2009. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang.
- [11] Buku 1 : Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik No. 475.K/DIR/2010. Jakarta. PT. PLN (Persero).