

Evaluasi Temperatur, Resistansi, Rugi Daya, dan Jatuh Tegangan pada Sambungan Kabel CCO, Konektor, dan Lilit di ULP Cirebon Kota

Evaluation of Temperature, Resistance, Power Loss, and Voltage Drop in CCO, Connector, and Winding Cable Joints at ULP Cirebon City

Arief Rachmansyach Haidar
Teknik Elektro
Universitas Swadaya Gunung Jati
Cirebon, Jawa Barat
arief.122220012@ugj.ac.id

Taryo*
Teknik Eelektro
Universitas Swadaya Gunung Jati
Cirebon, Indonesia
taryo@ugj.ac.id

Diterima : April 2026
Disetujui : Juni 2026
Dipublikasi : Juli 2026

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat listrik pada metode penyambungan kabel CCO aluminium, konektor, dan lilit di jaringan distribusi tegangan rendah di gardu distribusi Graha Alana Klayan (GAKA) di bawah naungan PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota. Dalam penelitian ini, digunakan kabel NFA2X dengan ukuran penampang 70 mm² dan panjang 125 meter yang terhubung ke transformator distribusi 250 kVA. Pengukuran dilakukan dalam kondisi LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) serta WBP (Waktu Beban Puncak) dengan melibatkan parameter arus, suhu, dan tegangan yang diukur menggunakan clamp meter dan *thermal camera*. Data yang diperoleh dari pengukuran tersebut digunakan untuk menghitung resistansi, rugi daya, serta penurunan tegangan pada setiap metode sambungan yang dianalisis. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa sambungan CCO aluminium memiliki rugi daya dan penurunan tegangan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan konektor dan lilit. Nilai rugi daya untuk sambungan CCO aluminium tercatat sebesar 26,64 W pada LWBP dan 35,23 W pada WBP, sementara untuk konektor adalah 2,37 W dan 5,91 W, sedangkan sambungan lilit menunjukkan nilai 2,23 W dan 5,84 W. Penurunan tegangan tertinggi juga tercatat pada sambungan CCO aluminium, yaitu 1,17 V pada LWBP dan 1,35 V pada WBP. Hasil dari penelitian ini mengindikasikan bahwa sifat sambungan kabel serta kondisi beban berpengaruh terhadap efisiensi dan keandalan dari sistem distribusi tenaga listrik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai kerugian daya dan penurunan tegangan dipengaruhi oleh sambungan kabel serta keadaan arus beban yang tidak merata di setiap fasa distribusi.

Kata Kunci—Sambungan kabel; temperatur; resistansi; rugi daya; turun tegangan

Abstract— This study aims to evaluate the electrical properties of aluminum CCO cable splicing methods, connectors, and wraps in the low-voltage distribution network at the Graha Alana Klayan (GAKA) distribution substation under the jurisdiction of PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota. In this study, NFA2X cable with a

cross-sectional area of 70 mm² and a length of 125 meters was used, connected to a 250 kVA distribution transformer. Measurements were conducted under off-peak (LWBP) and peak load (WBP) conditions, involving current, temperature, and voltage parameters measured using a clamp meter and a thermal camera. The data obtained from these measurements were used to calculate the resistance, power loss, and voltage drop for each connection method analyzed. The findings of this study indicate that the aluminum CCO connection exhibits the highest power loss and voltage drop compared to connectors and splices. The power loss values for the aluminum CCO connection were recorded at 26.64 W during LWBP and 35.23 W during WBP, while for the connector they were 2.37 W and 5.91 W, and the spliced connection showed values of 2.23 W and 5.84 W. The highest voltage drop was also recorded for the aluminum CCO connection, namely 1.17 V at LWBP and 1.35 V at WBP. The results of this study indicate that the characteristics of cable joints and load conditions affect the efficiency and reliability of the electrical power distribution system. Based on the study, power losses and voltage drops are influenced by cable joints and uneven load currents across each phase of the distribution system.

Keywords— Cable connections; temperature; resistance; power loss; drop voltage

I. PENDAHULUAN

Di zaman modern ini, listrik telah menjadi kebutuhan yang amat penting bagi masyarakat, baik dalam aktivitas sehari-hari di rumah maupun dalam dunia industri. PT. PLN (Persero) berperan sebagai penyedia utama listrik bagi masyarakat, Energi listrik mengalir lewat jaringan tenaga listrik yang meliputi rangkaian sistem pembangkitan, transmisi, hingga distribusi. [1]. Di jaringan distribusi tegangan rendah di PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota, masih ada beberapa sambungan kabel yang menunjukkan peningkatan suhu pada titik sambungan. Kondisi ini dapat membuat sambungan menjadi lebih tahan terhadap arus,

sehingga dapat menyebabkan hilangnya daya dan menurunkan kualitas pengiriman energi listrik. Sambungan kabel di jaringan distribusi listrik bisa jadi salah satu tempat yang berpotensi menyebabkan rugi daya jika kualitas sambungannya tidak bagus. Berdasarkan pengamatan di lapangan di ULP Cirebon Kota, beberapa sambungan kabel menunjukkan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan penghantar utama. Hal ini diduga dapat memengaruhi efisiensi sistem distribusi listrik.

Dalam dunia kelistrikan, kabel berperan penting sebagai jembatan penghubung sekaligus jalur penyaluran energi dari sumber utama menuju para konsumen. Seiring waktu, kebutuhan listrik dari konsumen akan terus meningkat, sehingga kualitas daya yang disediakan harus selalu dijaga [2]. Menggunakan berbagai cara untuk menyambung kabel, seperti CCO aluminium, konektor mekanik, dan sambungan lilit, bisa memberikan sifat resistansi dan rugi daya yang berbeda pada jaringan distribusi. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap kinerja setiap metode sambungan untuk mengetahui metode mana yang lebih efektif digunakan pada jaringan distribusi di ULP Cirebon Kota.

Dalam penyediaan tenaga listrik, ada faktor yang menyebabkan hilangnya daya atau *losses* tenaga listrik, yang berdampak pada mutu energi yang diterima pelanggan sekaligus menurunkan volume daya yang berhasil dijual oleh PLN. Kehilangan energi ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain panjangnya jalur kabel listrik yang berlebihan dan ketidakseimbangan beban, serta sambungan kabel yang menghasilkan panas [3]. Sistem pengiriman listrik yang panjang sangat rentan terhadap terbentuknya sambungan (*jointing*) yang digunakan untuk menyambung kembali kabel yang putus. Tujuan dari proses sambungan ini adalah untuk mengembalikan fungsi dan sifat kabel seperti semula [4].

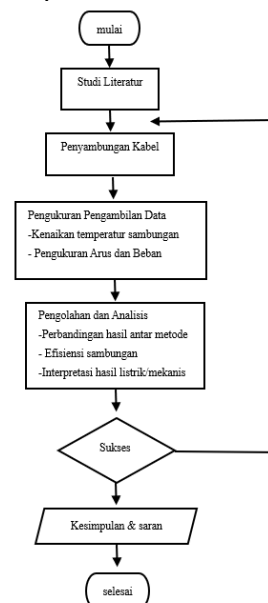
Berdasarkan pengamatan di PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota, masih ada penggunaan beberapa cara untuk menyambung kabel, seperti CCO aluminium, konektor mekanik (*tap connector*), dan sambungan lilit di jaringan distribusi tegangan rendah. Perbedaan cara menyambung tersebut diduga menyebabkan karakteristik listrik yang berbeda, terutama dalam hal suhu sambungan, resistansi, rugi daya, dan penurunan tegangan. Kondisi ini sangat penting untuk diperhatikan karena rugi daya yang besar bisa membuat efisiensi dalam penyaluran energi listrik kepada pelanggan menurun. Proses pengiriman listrik, baik saat mengirimkan listrik dari satu tempat ke tempat lain maupun saat mendistribusikan listrik ke pengguna, seringkali mengalami rugi daya yang cukup besar. Hal ini terjadi karena adanya kerugian yang terjadi pada saluran listrik yang digunakan [5]. Pada umumnya terdapat tiga faktor yang mempengaruhi tahanan konduktor, yaitu temperatur, komposisi bahan, dan tekanan mekanis. Pada bahan konduktor, khususnya logam murni, nilai tahanan akan meningkat seiring dengan kenaikan temperatur. Perubahan tahanan terhadap perubahan temperatur dinyatakan dengan koefisien temperatur tahanan (α) [6].

Panas menjadi faktor krusial yang tidak boleh diabaikan. Kemampuan kabel dalam menghantarkan arus sangat dipengaruhi oleh karakteristik material pembuatnya. Suhu operasi normal kabel umumnya 90°C , dan suhu bahkan dapat mencapai 150°C ketika terjadi hubungan pendek atau kesalahan lain pada kabel [7]. Kontributor utama terhadap peningkatan kerugian saluran pada jaringan distribusi

tegangan rendah adalah ketidakseimbangan beban tiga fasa dan variasi perbedaan puncak-lembah beban [8]. Berdasarkan masalah ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan sifat listrik dari berbagai cara penyambungan kabel dalam jaringan distribusi di PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana membandingkan resistansi, suhu, rugi daya, dan penurunan tegangan pada sambungan kabel CCO aluminium, *connector*, dan sambungan lilit. Penelitian ini bertujuan untuk mencari cara yang lebih baik dalam menyambung kabel berdasarkan sifat listrik dan efisiensi dalam mengalirkan energi listrik.

II. METODE

Studi ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengamatan serta pengukuran langsung pada objek penelitian. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa langkah untuk mendapatkan data mengenai karakteristik listrik pada koneksi kabel jaringan distribusi voltase rendah. Langkah pertama dalam penelitian dimulai dengan melakukan observasi di lokasi penelitian di gardu distribusi Graha Alana Klayan (GAKA) yang merupakan bagian dari area kerja PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota. Observasi ini bertujuan untuk menganalisis kondisi jaringan distribusi dan menentukan tempat untuk pengukuran pada sambungan kabel yang akan diteliti. Alur penelitian yang digunakan ditunjukkan pada.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Setelah observasi, tahap selanjutnya adalah mempersiapkan alat dan bahan penelitian yang terdiri dari kabel NFA2X dengan penampang 70 mm^2 , sambungan CCO aluminium, *connector*, sambungan lilit, clamp meter, kamera termal, dan multimeter digital. Berikutnya, dilakukan pemasangan sambungan kabel menggunakan metode sambungan CCO aluminium pada fasa R, *connector* pada fasa S, dan sambungan lilit pada fasa T.

Pengukuran dilakukan dalam kondisi LWBP (Luar Waktu Puncak) serta WBP (Waktu Beban Puncak). Parameter yang diukur mencakup arus beban, suhu sambungan, dan tegangan di setiap fasa distribusi. Pengukuran arus dilakukan dengan *clamp* meter, sementara

pengukuran suhu sambungan menggunakan kamera termal, dan untuk mengukur tegangan dipakai multimeter digital.

Data yang diperoleh dari pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai resistansi, rugi daya, dan penurunan tegangan pada masing-masing metode sambungan kabel. Hasil dari perhitungan ini selanjutnya dianalisis dan dibandingkan untuk memahami dampak metode sambungan terhadap efisiensi serta keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

A. Sambungan Kabel

Dalam SPLN 56:1984 terkait Sambungan Listrik disebutkan bahwa penyambungan untuk sebuah sistem pengantar dibawah tanah atau diatas tanah dengan peralatan pada titik penyambungan sampai Alat Pembatas dan Pengukuran (APP). Menurut “Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik”, Dikatakan bahwa konstruksi penyambungan listrik tegangan rendah pada fasa 1 dan 3 ada dua jenis, yaitu konstruksi lewat saluran udara dan konstruksi lewat kabel bawah tanah. Sedangkan dalam sistem pengukuran beban, ada dua jenis yaitu pengukuran langsung tanpa menggunakan trafo arus dan pengukuran tidak langsung dengan memakai trafo arus[9].

B. Fungsi Sambungan

Kerusakan pada sambungan kabel dalam sistem distribusi listrik terjadi karena partial discharge, yang disebabkan oleh kualitas sambungan kabel yang tidak mempertimbangkan jenis atau tipe sambungan yang dipakai. Kerusakan tersebut menyebabkan suhu di bagian sambungan naik dan rugi daya semakin besar. Selain itu, energi juga bisa hilang karena sambungan kabel yang tidak baik di beberapa titik[10].

C. Metode Penyambungan

Konektor memiliki klasifikasi berdasarkan bahan dan jenis kabel penyambung rumah seperti konektor tembus kedap air bahan isolasi dan konektor berbahan logam. Jenis sambungan yang umum digunakan di lapangan antara lain sambungan lilit, press, solder, konektor, dan CCO (*Compression Connector*). sambungan menggunakan konektor memiliki nilai susut daya dan susut tegangan paling rendah dibanding sambungan lilit.

D. Tap connector

Tap Connector memanfaatkan mekanisme mur dan baut dengan bahan yang bersifat isolator, memungkinkan pemasangan langsung pada jaringan yang masih bertegangan tanpa perlu melepas isolasi kabel. Arus listrik dapat mengalir berkat keberadaan gigi-gigi khusus pada konektor tersebut, yang berfungsi sebagai penghantar listrik. Oleh karena itu, gigi-gigi ini harus memiliki ketajaman dan posisi tegak agar mampu menembus lapisan isolasi kabel dengan efektif[11].



Gambar 2 Tap Konektor

E. CCO(Compression Connector) Aluminium

Konektor kabel aluminium digunakan untuk menghubungkan konduktor dengan penampang tertentu. Konektor ini terdiri dari barel dengan ukuran panjang dan diameter berbeda, serta berbagai alat kompresi dan cetakan.



Gambar 3 CCO (*compression Connector*)

F. Lilit

Penggunaan kabel metode lilit adalah teknik penyambungan dua atau lebih penghantar listrik dengan cara mengupas isolasi kabel, kemudian memutar (melilitkan) inti konduktor satu sama lain secara manual, sehingga terbentuk kontak listrik dan mekanis tanpa menggunakan konektor tambahan seperti sepatu kabel atau sejenisnya



Gambar 4 Lilit

G. Resistansi Sambungan

Ketika jaringan memanjang, resistansi pun ikut membesar, menyebabkan tegangan yang hilang turut membengkak. Untuk itulah, besar resistansi dalam jaringan listrik dapat ditentukan melalui rumus berikut ini[12].

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1)$$

nilai tahanan penghantar akan semakin meningkat dengan meningkatnya besaran arus yang dialirkan di penghantar tersebut

$$R_t = R_o[1 + \alpha(T - T_o)] \quad (2)$$

H. Rugi Daya

Rugi daya adalah kehilangan energi listrik yang terjadi saat listrik mengalir, disebabkan oleh hambatan pada bahan konduktor[13].

$$P = I^2 \times R \quad (3)$$

I. Drop Tegangan

Drop Tegangan listrik merupakan penurunan atau selisih nilai tegangan listrik antara titik awal dan titik akhir suatu penghantar atau rangkaian akibat adanya tahanan (*resistansi*), induktansi, atau kapasitansi pada penghantar tersebut[14].

$$\Delta V = I \times R \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di gardu distribusi Graha Alana Klayan (GAKA) yang terletak di area kerja PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota. Gardu distribusi itu memakai transformator distribusi yang memiliki kapasitas 250 kVA. pengujian dilaksanakan pada sambungan kabel dengan pendekatan CCO aluminium, konektor, dan sambungan lilit untuk mengidentifikasi sifat-sifat elektrik seperti resistansi,

temperatur, rugi daya, dan *drop voltage* pada jaringan distribusi tegangan rendah.



Gambar 5 Gardu distribusi GAKA

Dalam pengujian ini, setiap jenis sambungan diletakkan pada fasa yang berbeda. Sambungan CCO untuk aluminium terpasang pada fasa R, sambungan konektor berada di fasa S, sedangkan sambungan lilit terpasang pada fasa T. Pengukuran dilakukan dalam kondisi LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) serta WBP (Waktu Beban Puncak). Namun, arus beban di setiap fasa tidak dalam keadaan seimbang karena penelitian dilakukan di lapangan dengan kondisi operasi yang nyata. Oleh sebab itu, variasi nilai rugi daya dan penurunan tegangan dipengaruhi oleh tidak hanya metode sambungan kabel, tetapi juga oleh besarnya arus beban di setiap fasa distribusi.

A. Analisis Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) Sebelum Pergantian

Data pengukuran sebelum mengganti titik sambung diambil langsung pada pukul 12.00 WIB. Data ini digunakan sebagai kondisi awal untuk mengetahui arus di setiap fasa, arus netral, dan tegangan transformator sebelum pergantian dilakukan.

TABEL 1 DATA SEBELUM PERGANTIAN

Pengukuran Siang (14.00 WIB)			Pengukuran Malam (19.00 WIB)		
Arus / Beban Transformator	R	24	Arus / Beban Transformator	R	127
	S	18		S	108
	T	7		T	39
	N	15		N	160
Tegangan Transfor mator	R-S	390	Tegangan Transformator	R-S	401
	R-T	390		R-T	402
	S-T	391		S-T	401
	R-N	224		R-N	230
	S-N	224		S-N	230
	T-N	225		T-N	231

B. Analisis Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) Sebelum Pergantian

Data pengukuran setelah penggantian sambungan kabel ditampilkan pada tabel berikut untuk mengevaluasi pergeseran karakteristik listrik pada setiap metode sambungan.

TABEL 2 DATA SETELAH PERGANTIAN

Pengukuran Siang (14.00 WIB)			Pengukuran Malam (19.00 WIB)		
Arus / Beban Transformator	R	22	Arus / Beban Transformator	R	26
	S	6		S	10
	T	6		T	10
	N	13		N	15
Tegangan Transfor mator	R-S	406	Tegangan Transformator	R-S	409
	R-T	405		R-T	408
	S-T	406		S-T	409
	R-N	234		R-N	232
	S-N	234		S-N	236
	T-N	234		T-N	236
Suhu	R	25	Suhu	R	21
	S	26,1		S	22,2
	T	27,5		T	22,9

C. Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa setiap metode penyambungan kabel diletakkan pada fasa yang berbeda di gardu distribusi yang sedang diteliti. Sambungan CCO aluminium dipasang di fasa R, sambungan konektor mekanik (*tap connector*) dipasang di fasa S, sementara sambungan lilit dipasang di fasa T. Konfigurasi ini digunakan untuk memahami sifat listrik dari setiap metode sambungan saat beroperasi di lapangan. Namun, kondisi arus beban di setiap fasa tidak seimbang karena penelitian dilakukan dalam situasi nyata pada jaringan distribusi. Karena itu, perbedaan antara nilai rugi daya dan jatuh tegangan dipengaruhi tidak hanya oleh cara penyambungan, tetapi juga oleh besarnya arus beban di setiap fasa.

Untuk perhitungan resistansi kabel awal dengan menggunakan persamaan (1)

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R = 2,82 \times 10^{-8} \frac{125}{70 \times 10^{-6}}$$

$$R = \frac{3,525 \times 10^{-6}}{70 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,0503\Omega$$

TABEL 3 RESISTANSI AWAL

Metode sambungan	Resistansi awal
CCO	0,0503Ω
Konektor	0,0503Ω
Lilit	0,0503Ω

Untuk perhitungan Resistansi Berdasarkan temperatur dengan menggunakan persamaan (2)

$$R_t = R_o[1 + \alpha(T - T_o)]$$

$$R_r = 0,0503[1 + 0,004(25,02 - 20)]$$

$$R_r = 0,0503[1 + 0,004(5,02)]$$

$$R_r = 0,0503[1 + 0,02008]$$

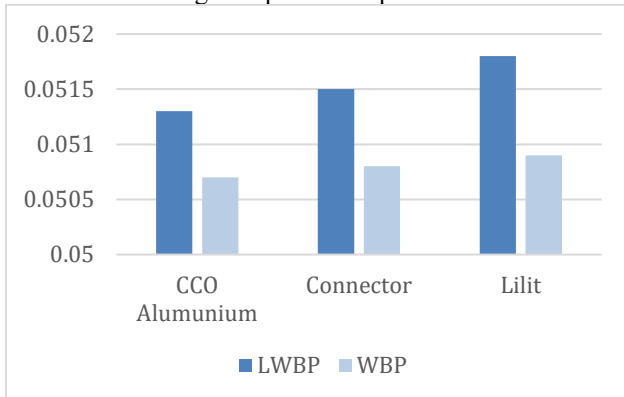
$$R_r = 0,0503 \times 1,02008$$

$$R_r = 0,0513\Omega$$

TABEL 4 NILAI RESISTANSI TEMPERATUR

Metode Sambungan	Resistansi Ω LWBP	Resistansi Ω WBP
CCO Aluminium	0,0513 Ω	0,0507 Ω
Connector	0,0515 Ω	0,0508 Ω
Lilit	0,0518 Ω	0,0509 Ω

Berdasarkan analisis mengenai resistansi, terdeteksi adanya variasi nilai resistansi yang berbeda pada setiap teknik penyambungan kabel, baik dalam situasi LWBP maupun WBP. Variasi ini dipengaruhi oleh situasi temperatur sambungan serta karakteristik masing-masing metode penyambungan kabel. Grafik yang membandingkan nilai resistansi sambungan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Nilai Resistansi

Dari Gambar 6, nilai resistansi sambungan lilit terlihat lebih tinggi jika dibandingkan dengan sambungan CCO aluminium dan *connector*. Lonjakan resistansi ini disebabkan oleh kondisi pada sambungan serta temperatur konduktor saat dilakukan pengujian. Selain itu, fluktuasi temperatur pada sambungan kabel bisa memicu perubahan dalam nilai resistansi konduktor.

D. Rugi Daya

Kerugian daya pada jaringan distribusi terjadi karena resistansi pada kabel penghantar maupun sambungan. Besarnya kerugian daya dapat dihitung dengan persamaan (3)

$$P_{loss} = I^2 \times R$$

$$P_{loss} = (22,79)^2 \times 0,0513$$

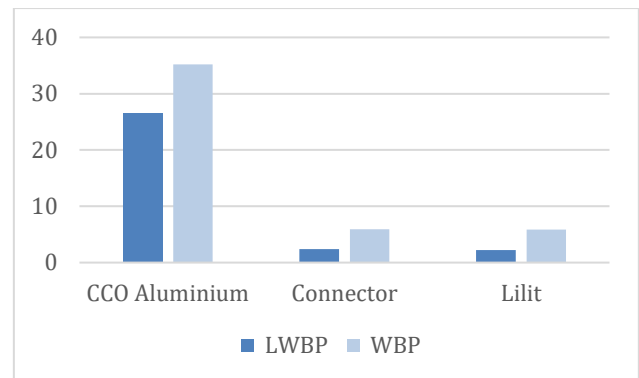
$$P_{loss} = 519,38 \times 0,0513$$

$$P_{loss} = 26,64 \text{ W}$$

TABEL 5 NILAI RUGI DAYA

Metode Sambungan	Rugi Daya LWBP	Rugi Daya WBP
CCO Aluminium	26,64 W	35,23 W
Connector	2,37 W	5,91 W
Lilit	2,23 W	5,84 W

Hasil kalkulasi kerugian daya memperlihatkan variasi kerugian di setiap metode penyambungan kabel. Untuk memudahkan perbandingan analisis kerugian daya dalam kondisi LWBP dan WBP, data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang tertera pada Gambar 7.



Gambar 7 Nilai Rugi Daya

Menurut Gambar 7, kerugian daya terbesar terlihat pada sambungan aluminium CCO yang terletak di fasa R. Situasi ini dipengaruhi oleh tingkat arus beban di fasa R yang lebih besar dibandingkan dengan fasa lainnya. Berdasarkan rumus kerugian daya, kenaikan arus akan mengakibatkan peningkatan kerugian daya secara kuadrat, yang pada gilirannya berpengaruh pada efisiensi distribusi energi listrik.

E. Drop Tegangan

Drop Tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman(sumber)dengan tegangan ujung penerimaan[15].

Perhitungan susut tegangan dilakukan menggunakan persamaan (4)

$$\Delta V = I \times R$$

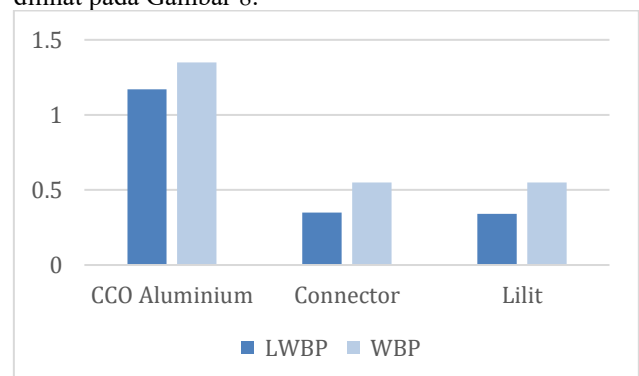
$$\Delta V_r = 22,79 \times 0,0513$$

$$\Delta V_r = 1,17 \text{ V}$$

TABEL 6 NILAI DROP TEGANGAN

Metode Sambungan	Drop Tegangan LWBP	Drop Tegangan WBP
CCO Aluminium	1,17V	1,35V
Connector	0,35V	0,55V
Lilit	0,34V	0,55V

Berdasarkan evaluasi terhadap penurunan tegangan, ditemukan variasi dalam nilai penurunan tegangan di setiap metode penghubungan kabel. Grafik yang membandingkan penurunan tegangan pada kondisi LWBP dan WBP dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Nilai Drop Tegangan

Dari Gambar 8, terlihat bahwa sambungan CCO aluminium menunjukkan nilai penurunan tegangan yang lebih signifikan jika dibandingkan dengan sambungan *connector* dan sambungan lilit. Hal ini disebabkan oleh tingkat arus beban dan nilai resistansi pada sambungan kabel. Semakin tinggi arus dan resistansi konduktor, maka penurunan tegangan dalam sistem distribusi juga akan meningkat.

F. Hasil perbandingan Metode Sambungan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat digambarkan perbandingan karakteristik dari ketiga metode penyambungan Tabel 7.

TABEL 7 HASIL PERBANDINGAN METODE SAMBUNGAN

Metode Sambungan	Resistansi	Rugi Daya	Drop Tegangan
CCO Aluminium	Rendah	Tinggi	Tinggi
Connector	Sedang	Sedang	Sedang
Lilit	Tinggi	Rendah	Rendah

Berdasarkan Tabel 7, sambungan CCO aluminium memperlihatkan tingkat rugi daya dan penurunan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan lainnya. Rugi daya pada sambungan CCO aluminium tercatat sebesar 26,64 W dalam kondisi LWBP dan meningkat menjadi 35,23 W dalam kondisi WBP, dengan penurunan tegangan sebesar 1,17 V pada LWBP dan 1,35 V pada WBP. Sementara itu, sambungan *connector* mencatat rugi daya 2,37 W pada LWBP dan 5,91 W pada WBP, serta penurunan tegangan sebesar 0,35 V dan 0,55 V. Sambungan lilit menunjukkan rugi daya sebesar 2,23 W pada LWBP dan 5,84 W pada WBP, dengan penurunan tegangan sebesar 0,34 V dan 0,55 V. Keadaan ini disebabkan oleh besarnya arus pada fase R yang lebih tinggi dibandingkan dengan fase lainnya. Berdasarkan teori rugi daya, peningkatan arus akan menambah rugi daya secara kuadrat.

Selain dipengaruhi oleh arus yang mengalir, karakteristik sambungan juga memengaruhi nilai resistansi pada titik sambungan kabel. Sambungan lilit memiliki nilai resistansi 0,0518 Ω pada LWBP dan 0,0509 Ω pada WBP, yang lebih tinggi dibandingkan sambungan *connector* yang mencatat 0,0515 Ω dan 0,0508 Ω serta CCO aluminium sebesar 0,0513 Ω dan 0,0507 Ω . Ini menunjukkan bahwa kualitas kontak penghantar pada sambungan lilit lebih dipengaruhi oleh kondisi lilitan manual dibandingkan dengan metode sambungan lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meningkatnya arus beban mengakibatkan meningkatnya rugi daya dan penurunan tegangan pada sambungan kabel. Fenomena ini dipengaruhi oleh besar arus yang mengalir dalam penghantar, yang mengakibatkan nilai kerugian dan penurunan tegangan turut meningkat. Temuan ini sejalan dengan penelitian Soedjarwanto dan rekan-rekannya yang menjelaskan bahwa besar arus beban dan keadaan konektor berpengaruh pada nilai penurunan tegangan dalam jaringan distribusi tenaga listrik. Selain itu, berdasarkan hasil pengujian, peningkatan temperatur sambungan juga berakibat pada perubahan nilai resistansi penghantar. Temuan ini konsisten dengan penelitian Haryanti dan Romadhoni yang menyatakan bahwa

kenaikan temperatur konduktor memengaruhi nilai resistansi dari penghantar listrik. Penemuan dari penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Muazi dan tim yang menunjukkan bahwa sambungan konektor memiliki tingkat rugi daya dan penurunan tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan sambungan lilit pada jaringan distribusi tegangan rendah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di gardu distribusi Graha Alana Klayan (GAKA), yang merupakan bagian dari wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Cirebon Kota, ditemukan bahwa terdapat perbedaan dalam karakteristik listrik yang diperoleh dari metode penyambungan CCO aluminium, *connector*, dan lilit terkait dengan nilai resistansi, kerugian daya, dan penurunan tegangan dalam jaringan distribusi tegangan rendah. Metode sambungan CCO aluminium menunjukkan tingkat kerugian daya dan penurunan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode sambungan lainnya, sementara sambungan *connector* dan lilit menunjukkan nilai kerugian daya dan penurunan tegangan yang lebih rendah. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa ketidakseimbangan arus beban yang terjadi di masing-masing fasa berdampak pada besar kerugian daya dan penurunan tegangan dalam sistem distribusi tenaga listrik. Penelitian ini memberikan nilai tambah dalam penilaian metode penyambungan kabel pada jaringan distribusi tegangan rendah untuk meningkatkan efisiensi distribusi energi listrik dan keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan penuh rasa syukur mengapresiasi Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, khususnya Program Studi Teknik Elektro, atas segala dukungan akademik yang telah mengiringi perjalanan penelitian ini. Penghargaan istimewa juga ditujukan kepada Bapak Taryo, dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, arahan, serta masukan berharga yang sangat berarti dalam penyusunan penelitian ini. Tak lupa, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa mendoakan, mendukung, serta menyemangati hingga tulisan dan penelitian ini berhasil terselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang turut berperan dalam pengumpulan data dan kelancaran proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] M. L. I. S. D. S. , M. F. S. dan A. A. Z. M. Regas Ardiansyah, "Perancangan Peralatan Pembanding Pengukuran Parameter Pasif Resistansi Dan Reaktansi Dari Material Menara Transmisi 150 Kv," vol. 13, no. 1, Mar. 2024, doi: org/10.14710/transient.v13i1.1-10.
- [2] G. Satriyo Wicaksono Prodi Teknik Elektro, T. Wrahatnolo, K. Kunci-Transformator Distribusi, K. Beban, and R. Daya, "Evaluasi Ketidakseimbangan Beban pada GTT 20kV di Penyulang Plumbungan Surabaya," vol. 5, no 2, Jun. 2023, doi: org/10.37905/jjee.v5i2.20139.

- [3] M. Soleh, A. Kurniawan, G. Jati Cirebon, J. Barat, and T. P. PDKB PLN ULP Indramayu, "MESTRO JURNAL ILMIAH Analysis Energy Losses in the Distribution Network System at PT. PLN (Persero) ULP Indramayu (Case Study of Loh Beneficial Feeders) Analisis Susut Energi Pada Sistem Jaringan Distribusi Di PT. PLN (Persero) ULP Indramayu (Studi Kasus Penyulang Lohbener)," 2023. doi: [org/10.47685/mestro.v5i1.401](https://doi.org/10.47685/mestro.v5i1.401).
- [4] Syafriyudin, "'Pelatihan Penyambungan Kabel Tegangan Menengah 20 KV' JATTEC, Vol 2, No 1: 8-1," Jan. 2021. doi: [org/10.20885/jattec.vol2.iss1.art2](https://doi.org/10.20885/jattec.vol2.iss1.art2).
- [5] N. Soedjarwanto, A. Z. Kurniawan, and S. A. Aulia, "Analisis Pengaruh Arus Beban Dan Kekendoran Konektor Terhadap Tegangan Jatuh (Voltage Drop)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, Apr. 2024, doi: [10.23960/jitet.v12i2.4070](https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4070).
- [6] M. Haryanti and M. Aldimas Romadhoni, "Analisa Perubahan Temperatur Konduktor Dan Tegangan Squib Terhadap Nilai Resistansi Konduktor Pada Rangkaian Emergency Upperdeck Door Pesawat Boeing 747-300," 2022. doi: [org/10.35968/jti.v11i2.948](https://doi.org/10.35968/jti.v11i2.948).
- [7] K. Wu *et al.*, "Electrical Resistance Performance of Cable Accessory Interface Considering Thermal Effects," *Materials*, vol. 16, no. 11, Jun. 2023, doi: [10.3390/ma16114122](https://doi.org/10.3390/ma16114122).
- [8] C. Huangfu, E. Wang, T. Yi, and L. Qin, "Low-Voltage Distribution Network Loss-Reduction Method Based on Load-Timing Characteristics and Adjustment Capabilities," *Energies (Basel)*, vol. 17, no. 5, Mar. 2024, doi: [10.3390/en17051115](https://doi.org/10.3390/en17051115).
- [9] A. A. K. Muazi, A. E. Jayati, and E. N. Ardina, "Perbandingan Penyambungan Kabel Sambungan Rumah Menggunakan Tap Konektor dan Sambungan Lilit Terhadap Susut," *Smart Comp :Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 14, no. 3, pp. 603–610, Jul. 2025, doi: [10.30591/smartcomp.v14i3.8348](https://doi.org/10.30591/smartcomp.v14i3.8348).
- [10] A. Tsalis Mustari, S. Pranoto, T. Elektro, and P. Negeri Ujung Pandang, "Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021 Makassar," 2021. Accessed: May 26, 2026. [Online]. Available: https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/sntei/article/view/2844?utm_source=source.com
- [11] aditya pratama, "'Analisa Perhitungan Losses Energi Pada Sambungan Rumah Menggunakan Compression Connector (Cco) Dan Tap Connector'," 2021, doi: https://eskripsi.usm.ac.id/detail-C41A-539.html?utm_source=.com.
- [12] P. Wibowo, Parlin Siagian, and Abdul Razak, "Analisis Performansi Kabel N2XY Terhadap Jatuh Tegangan Pada Sistem Tiga Fasa Menggunakan Etap dan Monitoring Real-time Berbasis IoT," *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, vol. 4, no. 2, pp. 1432–1439, Nov. 2025, doi: [10.62712/juktisi.v4i2.681](https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i2.681).
- [13] M. Irsyam, M. Algusri, L. Pandapotan Marpaung, K. Kunci, and P. Lvmdp, "Analisa Rugi-rugi Daya (losses power) pada Jaringan Tegangan Rendah PT. Musimmas Batam," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 1, pp. 109–119, 2023, doi: [org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5117](https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5117).
- [14] A. Triyanto, M. Firdaus, T. Elektro, F. Teknik Universitas Pamulang Jl Raya Puspitek, K. Pamulang, and K. Tangerang Selatan, "Analisis Pengaruh Jatuh Tegangan JTR pada Gardu KDR86P Cengkareng," 2025. doi: [org/10.36277/jteuniba.v9i2.1153](https://doi.org/10.36277/jteuniba.v9i2.1153).
- [15] S. D. A. F. Dimas Kharisma Rezkie Pamungkas, "3+104-114," *Perhitungan Voltage Drop untuk Penentuan Penggunaan Kabel Dc Pada Plts Rooftop 1,7 Mwp Di Pt Panverta Cakrakencana*, vol. 2, Feb. 2024, doi: [org/10.57203/jinggo.v2i2.2024.104-114](https://doi.org/10.57203/jinggo.v2i2.2024.104-114).