
Perbandingan Penyambungan Kabel Sambungan Rumah Menggunakan Tap Konektor dan Sambungan Lilit Terhadap Susut

Ari Alwi Kholid Muazi^{*1}, Ari Endang Jayati², Elfira Nureza Ardina³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

Email: ^{*1}arialwikholidmuazi@gmail.com, ²ariendang@usm.ac.id, ³elfira_na@usm.ac.id

(Naskah masuk: 22 Januari 2025, diterima untuk diterbitkan: 11 Juli 2025)

Abstrak: PT PLN (Persero) terus berupaya meningkatkan kualitas layanan dan penjualan tenaga listrik, salah satunya melalui penambahan jumlah pelanggan pada segmen Tegangan Rendah (TR), Tegangan Menengah (TM), dan Tegangan Tinggi (TT). Salah satu langkah strategis yang dilakukan adalah percepatan proses penyambungan pelanggan baru. Proses penyambungan ini melibatkan integrasi instalasi rumah pelanggan ke dalam jaringan distribusi tegangan rendah. Titik penyambungan dapat dilakukan dengan dua metode utama, yaitu menggunakan konektor (tap connector) atau dengan teknik lilit langsung pada konduktor. Perbedaan jenis konektor dan teknik sambungan ini dapat memengaruhi besarnya susut tegangan (voltage drop) yang terjadi pada sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan nilai susut tegangan yang ditimbulkan oleh dua metode sambungan tersebut. Metode yang digunakan adalah simulasi tegangan berbasis model, di mana sistem penyambungan dimodelkan untuk mengevaluasi performa dan nilai susut tegangan pada berbagai kondisi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi PLN dalam menentukan metode sambungan yang optimal guna meminimalkan kehilangan daya dan meningkatkan efisiensi distribusi listrik.

Kata Kunci – Sambungan Rumah; Titik Penyambungan; Tap Connector; Lilit, Susut

Comparison of Cable Connections for Household Wiring Using Tap Connectors and Twist Connections Against Losses

Abstract: PT PLN (Persero) continues to strive to improve the quality of electricity services and sales, one of which is through increasing the number of customers in the Low Voltage (LV), Medium Voltage (MV), and High Voltage (HV) segments. One strategic step taken is to accelerate the connection process for new customers. This connection process involves integrating the customer's home installation into the low-voltage distribution network. The connection point can be established using two main methods: by using a tap connector or by directly twisting the conductor. The type of connector and the connection technique used can influence the amount of voltage drop that occurs in the system. This study aims to analyze and compare the voltage drop values resulting from these two connection methods. The method used involves voltage-based simulation modeling, in which the connection system is represented to evaluate performance and voltage drop under various conditions. The results of this study are expected to serve as a reference for PLN in determining the optimal connection method to minimize power loss and improve the efficiency of electricity distribution.

Keywords – House Connection; Connection Point; Tap Connector; Twisted; Power Loss

1. PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) merupakan salah satu perusahaan instansi milik negara yang bergerak dalam bidang pembangkit listrik, dimana PT PLN (Persero) juga bertanggung jawab dalam menyediakan tenaga listrik di Indonesia dengan kualitas yang baik. Kualitas sistem kelistrikan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi pada konstruksi jaringan pendistribusian tenaga listrik, contohnya pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Gardu Distribusi, Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Tenaga Listrik (Rumah/Pelayanan) [1]. Besar jumlah pengguna PLN pada tahun 2023 adalah 89.153.278

[2], artinya sampai 2023 terdapat sekitar 89.153.278 konstruksi sambungan pelayanan/sambungan rumah. Penyambungan untuk sebuah sistem pengantar dibawah tanah atau diatas tanah dengan peralatan pada titik penyambungan sampai Alat Pembatas dan Pengukuran (APP) yang sering disebut dengan Sambungan Rumah [3].

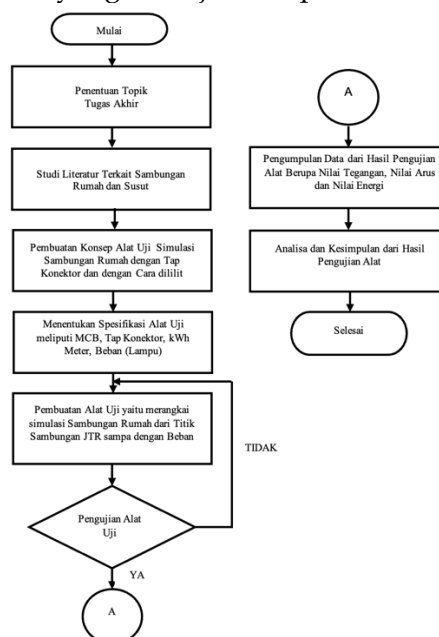
Konektor digunakan untuk penyambungan sebuah jaringan Sambungan Rumah (SR) ke Jaringan Tegangan Rendah (JTR), selain itu juga digunakan untuk mendistribusikan penghantar di titik penyambungan [4]. Dalam praktik dilapangan ditemukan juga titik penyambungan tidak menggunakan konektor, namun disambung dengan cara dililit. Penyambungan secara dililit ini tidak sesuai dengan standar yang berlaku dan memungkinkan akan mempengaruhi nilai susut/ losses.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan perbandingan pada hasil nilai susut tegangan dan nilai susut daya nyata yang disebabkan oleh titik sambungan yang disambung menggunakan tap konektor dan disambung dengan cara dililit. Penelitian dilakukan secara simulasi dengan meniru pada suatu hasil yang nyata dari keadaan sebenarnya [5]. Simulasi ini menggunakan rangkaian sambungan rumah yang disambung menggunakan konektor dan rangkaian sambungan rumah yang disambung dengan cara dililit. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan pada kabel sambungan rumah dengan menggunakan konektor memiliki nilai susut tegangan dan susut daya lebih besar dibandingkan dengan kabel sambungan rumah yang disambung menggunakan sambungan lilit.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan simulasi yang bertujuan untuk mempelajari dan memahami fenomena tertentu melalui pembangunan model yang merepresentasikan sistem nyata. Model ini kemudian digunakan untuk melakukan eksperimen guna mengobservasi kondisi sistem di berbagai kondisi tanpa perlu langsung mengganggu sistem aslinya. Pendekatan simulasi dipilih karena beberapa alasan utama, diantaranya simulasi memungkinkan penelitian dilakukan secara efisien tanpa harus mengorbankan sumber daya yang besar atau mengganggu proses nyata, berbagai skenario dapat diuji secara aman dan terkendali serta simulasi dapat memberikan pemahaman mendalam terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi sistem yang dikaji.

Tahapan simulasi mencakup studi literatur, pembuatan konsep alat uji, menentukan spesifikasi alat uji, pembuatan alat uji dan pengumpulan data hasil pengujian alat. Untuk sistem analisa dapat dilihat dalam flowchart yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem

2.1. Sambungan Rumah

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) yang sering disebut dengan Sambungan Rumah [3]. Menurut "Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik", disebutkan konstruksi penyambungan listrik tegangan rendah pada fasa 1 dan 3 memiliki 2 jenis yaitu konstruksi melalui saluran udara dan konstruksi melalui kabel bawah tanah. Sedangkan pada sistem pengukuran beban memiliki 2 jenis yaitu pengukuran langsung tanpa trafo arus dan pengukuran tidak langsung dengan menggunakan trafo arus [6].

2.2. Konektor

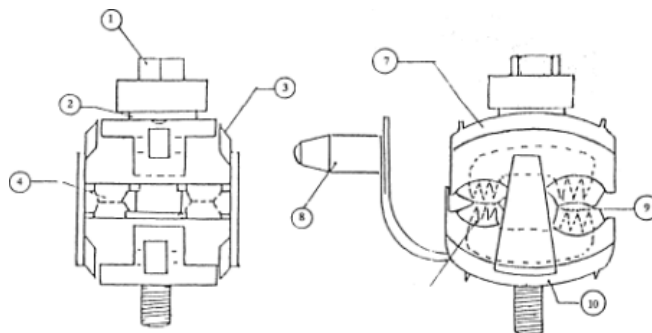
Dalam SPLN 83:1991 dijelaskan konektor digunakan untuk penyambungan sebuah jaringan Sambungan Rumah (SR) ke Jaringan Tegangan Rendah (JTR), selain itu juga digunakan untuk mendistribusikan penghantar di titik penyambungan. Konektor memiliki klasifikasi berdasarkan bahan dan jenis kabel penyambung rumah seperti konektor tembus kepad air bahan isolasi dan konektor berbahan logam.

- a. Konektor tembus kepad air berbahan isolasi digunakan pada jenis kabel pilin udara tegangan rendah. Konektor jenis ini umum disebut konektor tembus kepad air dan tap konektor, seperti Gambar 2 dan Gambar 3.
- b. Konektor berbahan logam digunakan pada jenis kabel udara tegangan rendah, yang dimana jika jenis kabel SR (Sambungan Rumah) adalah jenis kabel NYCY/NA YCY atau kabel pilin udara (NF2XJNFA2X) [4].

Dalam Buku 2 Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik pun menyebutkan 2 tipe konektor yaitu tipe H atau O pressed connector dan konektor tipe piercing, dengan penjelasan sebagai berikut:

- a. Tipe pierching, konektor tipe pierching adalah nama lain dari konektor tembus kepad air atau tap konektor, yang telah dibahas sebelumnya.
- b. Tipe pressed connector atau compression connector (CCO), tipe ini ini adalah konektor berbadan logam sama seperti yang tercantum dalam SPLN 83:1991. Perbedaannya adalah jika dalam SPLN 83:1991 cara pemasangan konektornya adalah dengan cara menggunakan mur-baut, sedangkan untuk atau compression connector (CCO) dipasang dengan cara di press menggunakan alat press. Berikut adalah contoh konektor tipe compression connector (CCO)[6].

Konektor tembus kepad air/ tipe pierching mempunyai kelebihan yang dimana waktu yang dibutuhkan dalam proses pada pemasangan dalam bentuk sederhana tidak membutuhkan waktu yang lama. Pada kondisi jaringan yang memiliki tegangan dan isolasi tanpa dikupas dapat melakukan pemasangan konektor. Konektor yang memiliki gigi penerus arus menyebabkan terjadinya konduktansi, dari hal tersebut harus memiliki gigi penerus arus yang tajam dan tegak sehingga dapat menembus bagian isolasi kabel dan melindungi bagian kontak dari korosi. Beberapa karakteristik konektor terhadap lingkungan seperti tahan air dan cuaca yang cocok digunakan pada ruangan bagian luar. Dari hal tersebut tiang listrik yang sering mendapatkan terpaan sinar matahari dan siraman air hujan kemudian ditambahkan sifat mekanikal dan elektrik yang sangat baik serta penggunaan *shear bolt teknologi* yaitu baut yang dapat digeser atau diputar sehingga kabel atau konektor terpasang dengan erat [7].



Gambar 2. Contoh Konstruksi Konektor Tembus Kedap Air [4]

Konektor berbadan logam/ *pressed connector/ compression connector* (CCO) terbuat dari aluminium. Pemasangan konektor jenis ini, biasanya harus tanpa tegangan, karena diperlukan pengupasan isolasi kabel untuk membentuk konduktifitas. Konduktifitas yang dihasilkan konektor jenis ini lebih baik, karena luas permukaan kontak lebih besar. Cara pemasangan untuk penekanan badan konektor dengan menggunakan alat perkakas tekan [7].



Gambar 3. Contoh Konstruksi Konektor Tembus Kedap Air [8]

Perbandingan cara pemasangan *compression connector* dengan *tap connector* yaitu jika *compression connector* dipasang dengan menggunakan sistem press, maka pada penghantar harus dikupas isolatornya. Sistem press dilakukan agar pada seluruh bagian *compression connector* dapat menyambung pada penghantar, sedangkan *tap connector* menggunakan sistem mur-bautnya, yang dimana bagian ujung-ujung gigi penerus yang terkoneksi pada penghantar [8].

Dalam kontrak pekerjaan PT PLN (Persero) disebutkan bahwa pemasangan CCO pada tarikan pertama dan tap connector kedap air dipasang untuk tarikan antar rumah [9]. Namun dilapangan ditemukan juga sambungan rumah yang tidak disambung menggunakan tap konektor ataupun CCO, namun disambung dengan cara dililit.

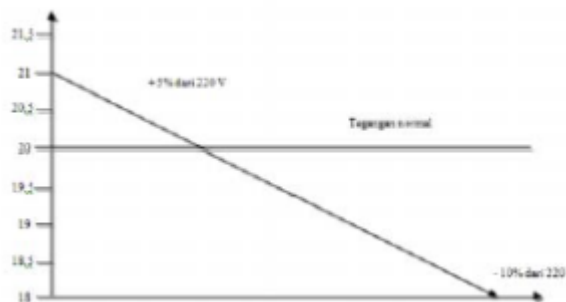
2.3. Susut

Dalam surat keputusan direksi PT PLN (Persero) Nomor 217-1.K/DIR/2005 tentang Perubahan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor : 018.K/010/DIR/2004 tentang Pedoman Penyusunan Laporan Neraca Energi (kWh), tentang pengertian Susut Energi adalah jumlah energi dalam kWh yang hilang atau menyusut terjadi karena sebab sebab teknik maupun non teknik pada waktu penyediaan dan penyaluran energi [10]. Pada peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia No.174/PMK.02/2019 tentang Tata Cara Penyediaan, Penghitungan, Pembayaran dan Pertanggungjawaban Subsidi Listrik, Pasal 1 ayat 7 disebutkan bahwa Susut Jaringan adalah selisih energi (kWh) antara energi yang diterima di sisi penyaluran dengan energi yang terjual ke pelanggan setelah dikurangi dengan energi yang digunakan untuk keperluan sendiri di penyaluran dan pendistribusian energi listrik [11]. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa susut energi listrik atau bisa disebut sebagai *losses* merupakan jumlah dari selisih energi yang diterima pada sisi penyaluran dengan energi yang terjual ke pelanggan (jumlah energi dalam kWh yang hilang). Hal itu dikarena pada teknik maupun non teknik ketika waktu penyediaan dan penyaluran energi.

Menurut keputusan direksi PT PLN (Persero) Nomor 217-1.K/DIR/2005 tentang Perubahan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor : 018.K/010/DIR/2004 tentang Pedoman Penyusunan Laporan Neraca Energi (kWh), susut energi harus dipetakan secara rinci sesuai lokasi terjadinya pada jaringan listrik yaitu Susut Transmisi terjadi pada jaringan transmisi tegangan tinggi dan Susut Distribusi terjadi pada jaringan tegangan menengah dan tegangan rendah serta dibedakan sesuai sifatnya yaitu Susut Teknik terjadi karena alasan teknik dan susut Non Teknik terjadi karena alasan non teknik [10].

2.4. Susut Tegangan

Besaran tegangan pada penghantar yang telah hilang sering disebut dengan susut tegangan. Saluran tenaga listrik pada umumnya berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, sedangkan luas penampang penghantar berbanding terbalik dari hal tersebut terjadinya jatuh tegangan. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan dalam bentuk persen dan Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan [8].



Gambar 4. Toleransi Tegangan yang Diijinkan [8]

Hambatan dan arus merupakan penyebab jatuh tegangan. Impedansi dan admintansi saluran pada beban dan faktor daya dilakukan secara bolak-balik. Persamaan jatuh tegangan pada saluran dapat dinyatakan sebagai berikut [8]:

$$\Delta V = V_s - V_r \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan sebelumnya dikembangkan dengan mengetahui nilai jatuh tegangan relatif atau biasa dikenal dengan Voltage Regulation (VR) pada persamaan berikut [8]:

$$VR = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

2.5. Susut Energi

Suatu kondisi atau keadaan dimana jumlah daya yang disalurkan tidak sama dengan daya yang diterima pada sisi penerimaan sering disebut dengan rugi daya. Penyebab rugi-rugi daya karena memiliki beberapa faktor, seperti jauhnya daerah penyaluran tenaga listrik dari sumber atau suplai, voltage drop, ketidakseimbangan beban, umur peralatan, diameter penghantar dan lain-lain [12]. Berikut adalah rumus perhitungan susut energi [13]:

$$\frac{kwh\ beli - kwh\ jual}{kwh\ beli} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Secara mudah susut energi dapat dinyatakan sebagai selisih energi antara energi beli dan energi jual. Energi jual adalah energi yang dikonsumsi oleh pelanggan secara tercatat. Sedangkan energi beli adalah energi yang disuplay oleh PLN. Kondisi ideal adalah energi beli sama dengan energi jual (energi yang sebenarnya digunakan oleh konsumen yang teradministrasi dengan benar) ditambah susut energi teknis akibat jaringan distribusi tersebut dilewati arus. Persamaan susut jaringan distribusi dalam bentuk energi dapat ditulis sebagai berikut [14]:

$$\text{Susut Energi} = \frac{E_{in} - E_{out}}{E_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Penelitian

Data penelitian yang digunakan merupakan hasil dari output simulasi yang telah dilakukan. Output simulasi ini telah dirancang untuk merepresentasikan kondisi nyata melalui model yang dikembangkan. Pada simulasi ini peneliti melakukan 2 kali percobaan dimana percobaan 1 menggunakan beban lampu dengan merk "A" dan percobaan 2 menggunakan beban lampu merk "B". Masing - masing percobaan terdiri dari 2 macam rangkaian yaitu rangkaian konektor dan rangkaian lilit.

Dari hasil analisa data terhadap masing - masing rangkaian selanjutnya dilakukan analisa perbedaan penggunaan konektor dan sambungan lilit pada sambungan rumah terhadap susut dengan data sebagai berikut:

Tabel 1. Analisa Data Rangkaian Konektor vs Rangkaian Lilit

Percobaan	Jenis Pengukuran	Konektor				Lilit			
		Sebelum	Sesudah	GAP	Prosen tase GAP	Sebelum	Sesudah	GAP	Prosen tase GAP
Percobaan 1	Tegangan Rata-Rata	217.2	214.9	2.4	1.08%	217.3	214.9	2.4	1.12%
	Tegangan Minimal	210.9	208.4	1.1	0.52%	211.6	208.2	1.0	0.47%
	Tegangan Maksimal	222.8	219.8	3.2	1.44%	222.5	219.4	3.7	1.66%
	Arus Rata - Rata	3.657	3.534	0.123	3.36%	3.601	3.513	0.088	2.44%
	Arus Minimal	3.614	3.440	0.006	0.17%	3.532	3.391	0.004	0.11%
	Arus Maksimal	3.774	3.702	0.253	6.70%	3.648	3.588	0.178	4.88%
	Energi	27.82	27.47	0.35	1.26%	27.15	26.83	0.32	1.18%
Percobaan 2	Tegangan Rata-Rata	215.3	212.4	2.9	1.36%	215.3	212.4	2.9	1.34%
	Tegangan Minimal	208.7	206.5	1.0	0.48%	208.7	206.1	0.1	0.05%
	Tegangan Maksimal	222.8	219.7	4.9	2.20%	222.7	219.4	4.5	2.02%
	Arus Rata - Rata	4.43	4.23	0.20	4.59%	4.41	4.39	0.02	0.42%
	Arus Minimal	4.36	4.11	0.11	2.52%	4.33	4.29	0.00	0.00%
	Arus Maksimal	4.50	4.37	0.29	6.44%	4.50	4.50	0.11	2.44%
	Energi	84.69	83.44	1.25	1.48%	84.62	83.40	1.22	1.44%

Dari tabel 1. diatas dapat disimpulkan bahwa baik rangkaian konektor maupun rangkaian lilit memiliki drop, namun nilai besarnya yang berbeda, sebagai berikut:

- a. Tegangan

Pada percobaan pertama GAP tegangan pada rangkaian konektor lebih kecil dari pada rangkaian lilit, yaitu rangkaian konektor sebesar 1,08% dan rangkaian lilit sebesar 1,12%. Pada percobaan kedua GAP tegangan pada rangkaian konektor lebih besar dari pada rangkaian lilit, yaitu rangkaian konektor sebesar 1,36% dan rangkaian lilit sebesar 1,34%.
- b. Arus

Pada percobaan pertama maupun kedua, GAP arus pada rangkaian konektor lebih besar dari pada rangkaian lilit. Pada percobaan pertama GAP arus pada rangkaian konektor sebesar 3,36% dan rangkaian lilit sebesar 2,44%. Pada percobaan kedua GAP arus pada konektor sebesar 4,59% dan rangkaian lilit sebesar 0,42%.

c. Energi

Pada percobaan pertama maupun kedua, GAP energi pada rangkaian konektor lebih besar dari pada rangkaian lilit. Pada percobaan pertama GAP energi pada rangkaian konektor sebesar 1,26% dan rangkaian lilit sebesar 1,18%. Pada percobaan kedua GAP energi pada konektor sebesar 1,48% dan rangkaian lilit sebesar 1,44%.

3.2. Hasil Analisa

Penelitian ini menggunakan simulasi rangkaian dengan kondisi sambungan konektor dan sambungan lilit dalam keadaan baru dirangkai dan menggunakan material baru. Berdasarkan analisa yang dilakukan oleh penulis diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. Pada rangkaian yang menggunakan sambungan konektor, nilai susut tegangan tercatat lebih besar, yaitu sebesar 1,36%, dibandingkan dengan rangkaian yang menggunakan sambungan lilit yang memiliki nilai susut tegangan sebesar 1,34%.
- b. Pada rangkaian yang menggunakan sambungan konektor, nilai susut energi juga lebih besar, yaitu sebesar 1,48%, dibandingkan dengan rangkaian yang menggunakan sambungan lilit yang memiliki nilai susut energi sebesar 1,44%.

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan konektor pada sambungan rumah memiliki nilai susut tegangan dan susut energi lebih besar dibandingkan dengan sambungan rumah yang disambung dengan cara dililit.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan sistem pengujian simulasi serta analisis dari hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kabel sambungan rumah yang disambung menggunakan konektor, nilai susut tegangan tercatat lebih besar, yaitu sebesar 1,36%, dibandingkan dengan kabel sambungan rumah yang disambung menggunakan sambungan lilit yang memiliki nilai susut tegangan sebesar 1,34%.
2. Pada kabel sambungan rumah yang disambung menggunakan konektor, nilai susut energi juga lebih besar, yaitu sebesar 1,48%, dibandingkan dengan kabel sambungan rumah yang disambung menggunakan sambungan lilit yang memiliki nilai susut energi sebesar 1,44%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buku 1 Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik". 2010. Jakarta. PT PLN (Persero)
- [2] PT PLN (Persero). "Press Release No. 210.PR/STH.00.01/VI/2024". 2024. <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2024/06/>
- [3] SPLN 56:1984 Sambungan Listrik". 1984. Jakarta. PT PLN (Persero)
- [4] SPLN 83:1991 Lengkapan Sambungan Rumah dengan Saluran Udara Berisolasi". 1991. Jakarta. PT PLN (Persero)
- [5] Qusyairi, lalu A Her. 2020. "Pemanfaatan Media dalam Metode Simulasi pada Pembelajaran PAI". Lombok: STIT Palapa Nusantara Lombok NTB
- [6] Buku 2 Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik". 2010. Jakarta. PT PLN (Persero)
- [7] Wiranata, Lingga. 2018. "Analisa Terjadinya Susut daya Akibat Pengaruh Sambungan Kabel (*Connector*) pada Sambungan Rumah (SR) pada Jaringan Distribusi 220V". Medan. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- [8] Ardiansyah, Rizqi. 2017. "Perbandingan Penggunaan *Compression Connector (CCO)* dan *Tap Connector* pada Sambungan Rumah Terhadap Besarnya Losses Energi". Semarang: Universitas Negeri Semarang
- [9] Kontrak Pekerjaan FSO, Pemeliharaan dan PFK APP 1 Phasa Sampai Dengan Daya 11.000 VA". 2024. Semarang. PT PLN (Persero)

- [10] Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 217-1.JK/DIR/2005 tentang Pedoman Penyusunan Laporan Neraca Energi (kWh)". 2005. Jakarta. PT PLN (Persero)
- [11] Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia No.174/PMK.02/2019 tentang Tata Cara Penyediaan, Penghitungan, Pembayaran dan Pertanggungjawaban Subsidi Listrik'. 2019. Jakarta. Kementerian Keuangan Republik Indonesia
- [12] F, Ahmad Syaifuddin, Laksono, Arief Budi & Suharijanto. 2018. "Studi Analisis Perbandingan Rugi Daya Pada Titik Sambung *Pierching Connector* Dengan *Line Tap Connector* Pada Jaringan Tegangan Rendah". Lamongan. Universitas Lamongan
- [13] Ariyanti, Resty Fauzie Ariyanti. 2017. "Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik PT PLN (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode *Failure & Effect Analysis (FMEA)*". Semarang. Universitas Diponegoro
- [14] Dalam, Henrey Daniel. 2013. "Analisis Susust Energi pada Sistem Jaringan Distribusi di PT PLN APJ Yogyakarta UPJ Wonosari Unit Semanu". Yogyakarta. Universitas Teknik Yogyakarta