

ANALISIS PENERAPAN TEKNOLOGI AUTOMATIC METER READING (AMR) DALAM MENINGKATKAN AKURASI KWH JUAL DI PT PLN (PERSERO) UP3 JAYAPURA

Wa Ode Asmarita¹, Dultudes Mangopo², Suparno³

^{1,2,3} Fakultas Teknik/Universitas Cenderawasih/Indonesia

Email: waodeasmarita71@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima 15 12 2025
Direvisi 15 02 2026
Disetujui 25 02 2026

ABSTRACT

The accuracy of electricity energy recording is a crucial element in ensuring billing system reliability and optimizing the revenue of PT PLN (Persero). However, manual recording, which is still used in several areas including UP3 Jayapura, is prone to technical errors such as wiring disturbances and the loss of one phase, which can lead to unrecorded energy usage. This study aims to analyze the implementation of Automatic Meter Reading (AMR) technology in detecting measurement abnormalities and improving the accuracy of kWh sales at PT PLN (Persero) UP3 Jayapura. The research employed a quantitative method with a case study approach on a single B2 customer with a power capacity of 33,000 VA. Data were collected through field observations, documentation, and real-time data analysis as well as load profiles using the AMR system and AMICON application over the period of January to May 2025. The results show that the AMR system is capable of identifying technical anomalies such as voltage drops, missing phase currents while neutral current remains, and non-standard wiring. After corrective actions were taken, the technical parameters returned to normal and energy recording became accurate. The unrecorded energy over five months amounted to 3,097.5 kWh, with a potential financial loss of IDR 11,545,392. It is recommended that PT PLN (Persero) gradually expand the implementation of AMR to large and high-potential customers, and improve routine inspections of 3-phase 4-wire installations. Future research is also encouraged to explore various types of technical disturbances and develop the integration of AMR with an automated notification system to minimize non-technical losses more effectively.

Keywords: AMR, Measurement Accuracy, Non-Technical Losses

ABSTRAK

Akurasi pencatatan energi listrik merupakan elemen penting dalam menjamin keandalan sistem penagihan serta optimalisasi pendapatan PT PLN (Persero). Namun, pencatatan manual yang masih digunakan di beberapa wilayah, termasuk UP3 Jayapura, rentan terhadap kesalahan teknis seperti gangguan wiring dan hilangnya salah satu fasa, yang dapat menyebabkan energi tidak tercatat secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teknologi Automatic Meter Reading (AMR) dalam mendeteksi ketidaknormalan pengukuran serta meningkatkan akurasi kWh jual di PT PLN (Persero) UP3 Jayapura. Penelitian dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada satu pelanggan golongan B2 berdaya 33.000 VA. Data diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi, dan analisis data real-time serta load profile menggunakan sistem AMR dan aplikasi AMICON selama periode Januari hingga Mei 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem AMR mampu mengidentifikasi anomali teknis seperti drop tegangan, arus fasa hilang namun arus netral tetap ada, serta wiring yang tidak sesuai standar. Setelah dilakukan perbaikan, parameter teknis kembali normal dan pencatatan energi menjadi akurat. Energi yang tidak tercatat selama lima bulan mencapai 3.097,5 kWh dengan potensi kerugian sebesar Rp 11.545.392. Disarankan kepada PT PLN (Persero) untuk memperluas penerapan AMR secara bertahap pada pelanggan daya besar dan

potensi, serta meningkatkan pemeriksaan berkala instalasi 3 fasa 4 kawat. Diharapkan penelitian lanjutan juga perlu dilakukan terhadap berbagai bentuk gangguan teknis serta pengembangan integrasi AMR dengan sistem notifikasi otomatis guna menekan susut non teknis secara menyeluruh.

Kata Kunci: AMR, Akurasi Pengukuran, Susut Non Teknis

Penulis Korespondensi:

Wa Ode Asmarita,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Cenderawasih,
Email: waodeasmarita71@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pemakaian energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan populasi, perkembangan teknologi, dan kebutuhan industri. Pencatatan konsumsi energi listrik yang akurat menjadi aspek penting dalam menjamin keandalan sistem penagihan dan optimalisasi pendapatan perusahaan penyedia energi, khususnya PT PLN (Persero). Namun, praktik pencatatan manual yang masih digunakan di sejumlah wilayah, termasuk Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Jayapura, sering menimbulkan kendala teknis, seperti kesalahan pembacaan (*human error*), keterlambatan pembaruan data, serta ketidaksesuaian antara penggunaan aktual dan pencatatan pada sistem billing. Kondisi ini dapat menyebabkan energi listrik yang dikonsumsi tidak tercatat (*unmetered consumption*), sehingga memicu potensi kerugian finansial bagi PLN.

Untuk mengatasi masalah tersebut, PT PLN (Persero) mulai menerapkan teknologi *Automatic Meter Reading* (AMR), yaitu sistem pengambilan data meter secara otomatis dan real-time. AMR memungkinkan PLN melakukan pemantauan konsumsi energi, deteksi gangguan teknis, serta penghitungan ulang energi yang tidak tercatat tanpa melibatkan pembacaan manual oleh petugas lapangan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan AMR mampu meningkatkan akurasi pencatatan energi dan mengurangi susut non-teknis, seperti yang dikaji oleh Wiharja dan Albahar (2018) serta Fenty dkk. (2020). Namun, efektivitas penerapan AMR di wilayah UP3 Jayapura masih perlu dikaji lebih dalam, mengingat tingkat pemasangan AMR di area tersebut baru menjangkau sebagian kecil pelanggan dengan daya besar, sehingga potensi kehilangan energi akibat gangguan teknis masih cukup tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran teknologi AMR dalam meningkatkan akurasi pencatatan kWh jual dengan melakukan studi kasus pada pelanggan golongan B2 berdaya 33.000 VA di PT PLN (Persero) UP3 Jayapura. Data diambil melalui observasi lapangan, pemantauan *real-time*, dan analisis *load profile* menggunakan aplikasi AMICON selama periode Januari hingga Mei 2025.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan bukti empiris mengenai efektivitas sistem AMR dalam mendeteksi anomali teknis, menghitung energi yang tidak tercatat, dan menekan potensi kerugian finansial akibat kesalahan pencatatan energi. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan manajemen PT PLN (Persero) untuk memperluas penerapan teknologi AMR, terutama pada pelanggan berdaya besar dan berpotensi tinggi, guna meningkatkan akurasi kWh jual dan mengoptimalkan pendapatan perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT PLN (Persero) UP3 Jayapura dengan metode kuantitatif menggunakan pendekatan studi kasus pada pelanggan golongan B2 dengan daya terpasang 33.000 VA. Terdapat empat langkah metode yang diterapkan dalam proses pengumpulan data, yaitu:

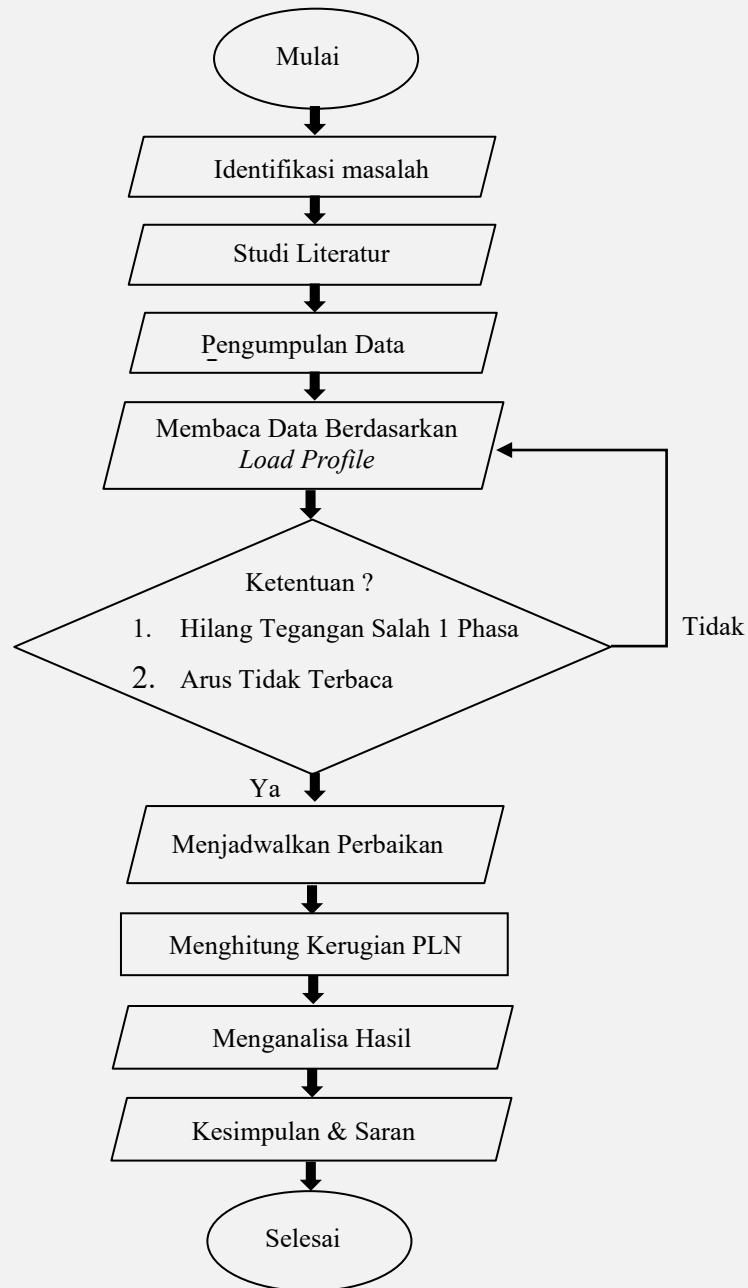
1. Studi Literatur
Pelaksanaan metode ini dilakukan melalui aktivitas pencarian dan pengumpulan bahan-bahan literatur yang berkaitan dengan AMR (*Automatic Meter Reading*).
2. Metode Observasi
Metode ini melibatkan survei lapangan secara langsung oleh penulis untuk memperoleh data dari lokasi yang menjadi sumber permasalahan dalam proyek akhir.

3. Diskusi

Metode ini dilakukan dengan diskusi bersama dosen pembimbing dan Tim Leader Harmet UP3 Jayapura mengenai data-data yang dibutuhkan mengenai AMR (*Automatic Meter Reading*).

4. Dokumentasi

Penulis mendokumentasikan data dan gambar yang didapat dari kantor PT. PLN (Persero) UP3 Jayapura untuk dihitung dan dianalisa. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, faktor daya, dan energi ekspor-impor pelanggan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek dalam penelitian ini adalah pelanggan tegangan rendah (TR) dengan Idpel 421100771015 atas nama Dwi Aw Dalimartha golongan B2 dengan daya terpasang 33.000VA.

3.1 Hasil Penelitian

1.1 Deteksi Ketidaknormalan Melalui AMR
Sistem AMR digunakan untuk memonitor kondisi teknis kWh meter secara *real-time*. Berdasarkan data pada Tabel dan gambar dibawah,ditemukan adanya *anomaly wiring* dengan indikasi berikut:

Tabel 1. Data Real Time Saat Terjadi Gangguan

Item	Phasa				Total
	R	S	T	N	
Voltage (V)	63,33	219,34	220,71		
Voltage Angle	0	0	238,6		
Voltage Angle Conversion	0	0	238,6		
Current (A)	0	0	0	5,888	
Current Angle	0	0	0		
Current Angle Conversion	0	0	0		
Power Factor	1	1	1		1
Active Power (kW)	0	0	0		0
Active Power Dir					
Reactive Power (kVAr)	0	0	0		0



Gambar 2. Diagram Phasor Tegangan Saat Gangguan

Tabel 2. Energi Ekspor-Impor Saat Gangguan

Item	Rate 1	Rate 2	Rate 3	Total
Export kWh	21.608,867	92.569,018	0,00	114.177,885
Import kWh	0,01	0,115	0,00	0,125
Export kVArh	7.520,214	30.993,918	0,00	38.514,132
Import kVArh	100,751	589,479	0,00	690,224
Export kVAh	23.745,392	101.085,607	0,00	124.830,990
Import kVAh	0,054	0,644	0,00	0,698

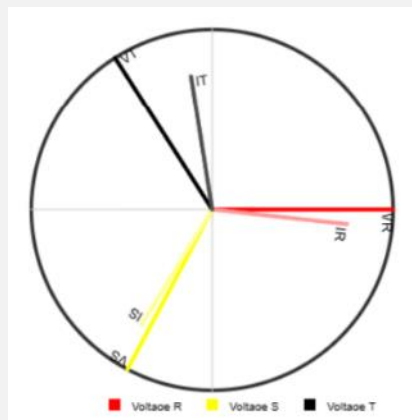
Hasil pemantauan real-time melalui sistem AMR menunjukkan adanya ketidaknormalan berupa tegangan rendah pada fasa R sebesar 63,33 V, arus fasa R, S, T = 0 A, tetapi arus netral mencapai 5,888 A. Kondisi ini menyebabkan energi tidak tercatat pada kWh meter.

1.2 Perbaikan Instalasi dan Normalisasi Data

Setelah dilakukan penormalan wiring pada instalasi 3 fasa 4 kawat, hasil pengukuran mengalami perubahan signifikan. Berdasarkan data Tabel dan gambar, parameter teknis kembali ke kondisi normal:

Tabel 3. Data *Real Time* Saat Terjadi Gangguan

Item	Phasa				Total
	R	S	T	N	
Voltage (V)	221,29	227,91	214,84		
Voltage Angle	0	117,9	137,5		
Voltage Angle Conversion	0	242,1	122,5		
Current (A)	31,746	22,722	42,949	23,684	
Current Angle	6,2	3,6	23,5		
Current Angle Conversion	6,2	3,6	23,5		
Power Factor	0,994	0,998	0,92		0,964
Active Power (kW)	6.314,9	3.984,4	8.375,2		20.340,5
Active Power Dir					
Reactive Power (kVAh)	529,1	273,7	3.515,7		4.325,6



Gambar 3. Diagram Phasor Tegangan Normar

Tabel 4. Energi Ekspor-Import Normal

Item	Rate 1	Rate 2	Rate 3	Total
Export kWh	25.312,111	120.298,402	0	154.610,503
Import kWh	0	0	0	0
Export kVArh	7.747,878	47.145,396	0	54.893,272
Import kVArh	305,2	172,705	0	477,905
Export kVAh	27.440,831	134.027,451	0	161.46,305
Import kVAh	0	0	0	0

Setelah dilakukan perbaikan wiring, tegangan fasa R kembali normal pada 221,29 V, arus pada ketiga fasa mengalir normal, dan faktor daya meningkat mendekati 1.

3.2 Pembahasan Hasil Penelitian

1.1 Analisis Penyebab Ketidaknormalan

Berdasarkan teori sistem kelistrikan 3 fasa 4 kawat, arus netral seharusnya mendekati nol pada kondisi seimbang. Namun, hasil pengukuran menunjukkan arus netral tetap 5,888 A saat arus fasa nol, menandakan adanya miswiring. Faktor penyebabnya antara lain:

1. Kesalahan pengawatan (*miswiring*) – beban terhubung langsung ke netral tanpa melalui fasa yang tercatat.
2. Putusnya salah satu kabel fasa (fasa R), menyebabkan drop tegangan ekstrem.

3. *By-pass* meter disengaja atau tidak disengaja.

Kondisi ini menyebabkan *unmetered consumption*, yaitu pemakaian listrik yang tidak tercatat pada kWh meter, sehingga berdampak.

1.2 Analisis Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Perubahan ini mengindikasikan bahwa setelah perbaikan, sistem lebih banyak mengekspor energi dan tidak ada energi yang diimport, yang mungkin menunjukkan efisiensi atau perubahan pola operasional sistem ini menunjukkan bahwa pembacaan pada kWh meter pelanggan telah kembali normal, dan wiring serta diagram phasor telah sesuai dengan kondisi operasional standar.

Tabel 5 Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Phasa	Tegangan (V)		Arus (I)		Sudut Phi (°)		Faktor Daya (PF)		Daya Aktif (kW)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
R	63,33	221,29	0	31,746	1	0,994	0	6,2	0	6.314,9
S	219,34	227,91	0	22,722	1	0,998	0	3,6	0	3.984,40
T	220,71	214,48	0	42,949	1	0,920	0	23,5	0	8.375,70

1.3 Analisis Perhitungan Energi Tidak Tercatat

Penerapan AMR terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi pencatatan energi. Sistem ini mampu mendeteksi anomali teknis secara *real-time* dan memberikan data *load profile* pelanggan. Sehingga dapat dilakukan analisa kerugian PLN untuk membantu perhitungan pemakaian energi Listrik masing - masing fasa selama mengalami ketidaknormalan sejak Januari - Mei 2025.

Untuk fasa R

$$\begin{aligned}P_R &= V_R \times I_R \times \cos \varphi \\ &= 63,33 \times 0 \times 1 \\ &= 0 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk fasa S

$$\begin{aligned}P_S &= V_S \times I_S \times \cos \varphi \\ &= 219,34 \times 0 \times 1 \\ &= 0 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk fasa T

$$\begin{aligned}P_T &= V_T \times I_T \times \cos \varphi \\ &= 220,71 \times 0 \times 1 \\ &= 0 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan pemakaian energi listrik pada masing-masing fasa pada saat anomali, langkah berikutnya adalah menghitung total daya aktif dalam kondisi normal.

Untuk fasa R

$$\begin{aligned}P_R &= V_R \times I_R \times \cos \varphi \\ &= 221,29 \times 31,746 \times 0,964 \\ &= 6.772,16 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk fasa S

$$\begin{aligned}P_S &= V_S \times I_S \times \cos \varphi \\ &= 227,91 \times 22,722 \times 0,964 \\ &= 4.992,14 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk fasa T

$$\begin{aligned}P_T &= V_T \times I_T \times \cos \varphi \\ &= 214,84 \times 42,949 \times 0,964 \\ &= 8.894,98 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Setelah menghitung pemakaian energi listrik masing - masing fasa selanjutnya dihitung total daya aktif dalam keadaan normal.

$$\begin{aligned}P_{\text{total}} &= P_R + P_T + P_S \\ &= 6.772,16 \text{ kW} + 4.992,14 \text{ kW} + 8.894,98 \text{ kW} \\ &= 20.659,2 \text{ kW} \\ &= 20,65 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Ptotal selama 5 bulan atau 150 hari

$$\begin{aligned}\text{Energi} &= P \times t \\ &= 20,65 \text{ kWh} \times 150 \\ &= 3.097,5 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Menghitung rupiah kurang tagih ketika terjadi gangguan yaitu :

$$\begin{aligned}\text{WBP} &= K \times \text{total kWh} \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= 1,4 \times 3.097,5 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= \text{Rp } 6.264.942\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{LWBP} &= K \times \text{total kWh} \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= 3.097,5 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= \text{Rp } 4.474.958\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerugian total} &= \text{Total WBP} + \text{Total LWBP} \\ &= \text{Rp } 6.264.942 + \text{Rp } 4.474.958 \\ &= \text{Rp } 10.739.900\end{aligned}$$

Dikarenakan pelanggan memakai daya sebesar 33.000 VA termasuk golongan B2 (Bisnis) maka dikenakan PJJ (Pajak Penerangan Jalan) sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}\text{Sub total untuk PJJ} &= \text{Biaya total} \times 7,5\% \\ &= \text{Rp } 10.739.900 \times 7,5\% \\ &= \text{Rp } 805.492\end{aligned}$$

Total biaya energi tak terukur untuk pelanggan

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= \text{Biaya total} + \text{sub total untuk PJJ} \\ &= \text{Rp } 10.739.900 + \text{Rp } 805.492 \\ &= \text{Rp } 11.545.392\end{aligned}$$

1.4 Peran AMR dalam Meningkatkan Akurasi kWh Jual

Hasil penelitian menunjukkan bahwa AMR efektif untuk:

1. Deteksi gangguan *real-time* → cepat mengidentifikasi drop tegangan, anomali wiring, dan arus hilang.
2. Mengurangi energi tak tercatat → memungkinkan perhitungan ulang energi berdasarkan histori *load profile*.
3. Meningkatkan akurasi kWh jual → membantu PLN menghitung tagihan susulan secara presisi.

Penerapan AMR memberikan dampak positif terhadap optimalisasi pendapatan dan penurunan susut non-teknis.

4. KESIMPULAN

Penerapan *Automatic Meter Reading* (AMR) terbukti efektif dalam mendeteksi gangguan dan ketidaknormalan pengukuran energi listrik, seperti tegangan fasa drop, arus fasa nol dengan

arus netral tetap ada, serta kesalahan wiring instalasi 3 fasa 4 kawat. Ketidaknormalan tersebut berdampak signifikan terhadap akurasi pencatatan energi listrik, yang menyebabkan energi tidak tercatat dan menimbulkan kerugian finansial bagi PT PLN (Persero) UP3 Jayapura sebesar Rp 11.545.392 selama periode Januari–Mei 2025. Melalui analisis *data load profile* dan *real-time* menggunakan sistem AMR dan aplikasi AMICON, PLN dapat menghitung tagihan susulan secara akurat, sehingga meningkatkan akurasi kWh jual sekaligus meminimalkan potensi kerugian Perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi Heriyanto, 2016, Studi Kasus Kinerja AMR (*Automatic Meter Reading*) Pada Pelanggan Potensial Daya 41.5 KVA – 200 KVA di Situbondo, Jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember 2016.
- [2] Egeward Natha Guna dan Umar (2021), “Analisis Pemakaian Listrik Pelanggan Menggunakan Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) di PT PLN (Persero) ULP Klaten Kota”. Jurnal Simposium Nasional RAPI XX – 2021 FT UMS.
- [3] Abdur Rachman Tanjung et al.(2019), “Analisa Penurunan Susut Non Teknis Dengan AMR PLN (Studi Kasus PT. Tjokro Bersaudara Bontang Kaltim)”. SINERGI 2019, Volume 17 (1): 1-9. DOI : <http://dxdoi.org/10.31963/sinergi.v17i1.1586>.
- [4] Fenty Kurniati dkk, "Analisis Pemakaian Energi Pelanggan Daya di Atas 41.500 VA dengan Menggunakan AMR (*Automatic Meter Reading*) PLN Area Bangka". Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat.
- [5] Rinna Hariyati (2015), "Analisis Pembacaan Meter Otomatis Listrik dengan Menggunakan Jaringan Komunikasi". Jurnal Energi & Kelistrikan Vol 7 No. 1, Januari – Mei 2015.
- [6] Aulia Z & Darmawan I.A (2023), “Penggantian KWH Meter Manual Menjadi AMR Untuk Meningkatkan Akurasi Pembacaan Rekening Listrik Tower 1 Fasa”, Digital Transformation Technology (Digitech).
- [7] Koerniawan T dkk (2024), “Analisa Anomali Energi Listrik Tidak Terukur Pada Sistem AMR UP3 Teluk Naga”. Jurnal Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan Volume 6, Nomor 1, 2024.
- [8] Agustin Dwi W dan Hamid Abi M (2024), “Analisa Error Meter dan CT Pada *Automatic Meter Reading* (AMR) Di PT PLN (Persero) UP3 Cikupa”. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan Vol. 12 No. 1, pISSN: 2303-0577 eISSN: 2830-7062.
- [9] Surusa Putra F.E dkk (2022), “Analisa Susut Non Teknis Menggunakan *Automatic Meter Reading* (AMR) Pada Pelanggan Potensial”. Jambura *Journal of Electrical and Electronics Engineering*.
- [10] Puspita N (2023), “Identifikasi Kelainan Current Transformer (CT) Tegangan Rendah Pada Pelanggan Dengan Sistem Komunikasi *Automatic Meter Reading* (AMR)” Laporan Tugas Akhir Prog Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang.
- [11] Ujang Wiharja, Abdul Kodir Albahar (2018), “Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem *Automatic Meter Reading*”.
- [12] TP Septa dkk (2017), “Analisis Perhitungan Tingkat Mutu Pelayanan Pelanggan Penyulang Amerika Pln Area Bangka Dengan Pendekatan Data *Automatic Meter Reading*”. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian pada Masyarakat.
- [13] Wiharja U dan Albahar Kodir A (2018), “Analisa deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem *Automatic Meter Reading*”. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.