

EFEKTIVITAS PENORMALAN MODEM *AUTOMATIC METER READING* (AMR) PADA kWh METER 3 FASA

Rial Fauza^{1*}
Suja Ardiansyah²
Haimi Ardiansyah³
Farthur Ahkyat⁴

¹Program Studi Instalasi dan Pemeliharaan Jaringan Listrik
Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat
Komplek STTU, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Dara, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh
23681, INDONESIA

²Program Studi Instalasi dan Pemeliharaan Jaringan Listrik
Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat
Komplek STTU, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Dara, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh
23681, INDONESIA

³Program Studi Instalasi dan Pemeliharaan Jaringan Listrik
Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat
Komplek STTU, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Dara, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh
23681, INDONESIA

⁴Program Studi Teknologi Pengelasan Logam
Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat
Komplek STTU, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Dara, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh
23681, INDONESIA

Abstract

The implementation of an AMR system on three-phase kWh meters can improve the efficiency of monitoring, recording, and managing customers' electricity consumption data automatically, transmitting it from the kWh meter to a server through a specific communication network, namely the internet. However, during implementation, error disturbances are still found in the AMR modem, which can cause measurement inaccuracies in the AMR system. This may result in inaccurate electricity billing for customers and erroneous reporting, leading to losses for the company. The normalization process is carried out in several stages, starting from fault notification through to the commissioning test stage. Physical inspection of the modem, measurement of the supply voltage, signal quality checking, SIM card inspection, network connection testing, reconfiguration of communication parameters, device reset, and replacement of damaged components—along with the restoration of smooth communication between the kWh meter and the AMR device system as indicators of the successful normalization of the AMR modem for various causes of disturbance. The research results show that the effectiveness of the AMR modem normalization process reached 92.3% out of 220 fault cases that occurred during the research period. AMR modem faults were mostly caused by modem damage, SIM card problems, modem configuration errors, and environmental factors. The normalization process is considered successful when the AMR system can obtain various measurement data from the customer's kWh meter, including voltage, current, electricity consumption, and other variables such as customer ID, location point, modem type, SIM card number and type, and IP address.

Keywords:

AMR; kWh Meter; modem normalization; communication network; 3-phase;

Abstrak

Penerapan sistem AMR pada kWh meter 3 fasa dapat meningkatkan efisiensi monitoring, pencatatan, dan pengelolaan data konsumsi energi listrik pelanggan secara otomatis dari kWh meter ke server melalui jaringan komunikasi tertentu yaitu internet. Namun, dalam pelaksanaannya masih ditemukan gangguan error pada modem AMR yang dapat menimbulkan ketidakakuratan pengukuran pada sistem AMR sehingga dapat berdampak pada biaya tagihan Listrik yang tidak akurat kepada pelanggan serta pelaporan salah yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Proses penormalan dilakukan dengan beberapa tahapan yang dimulai dari notifikasi gangguan sampai pada tahapan *commissioning test*. Pemeriksaan kondisi fisik modem, pengukuran tegangan suplai, pengecekan kualitas sinyal, pemeriksaan kartu SIM, pengujian koneksi jaringan, konfigurasi ulang parameter komunikasi, reset perangkat, penggantian komponen yang mengalami kerusakan serta kelancaran komunikasi antara kWh meter dan sistem

perangkat AMR dapat kembali berfungsi normal menjadi indikator keberhasilan proses penormalan modem AMR dari berbagai penyebab gangguan. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas tingkat keberhasilan penormalan modem AMR mencapai 92,3% dari 220 kasus gangguan yang terjadi selama proses penelitian. Gangguan modem AMR banyak disebabkan oleh kerusakan modem, permasalahan pada kartu SIM, kesalahan konfigurasi modem, dan faktor lingkungan. Sedangkan proses penormalan dinyatakan berhasil apabila sistem AMR dapat memperoleh berbagai data pengukuran dari kWh meter pelanggan yang meliputi besar tegangan, arus, pemakaian daya listrik serta variabel lainnya seperti id pelanggan, titik Lokasi, jenis modem, nomor dan jenis kartu SIM dan *ip address*.

Kata Kunci:

AMR; kWh meter; penormalan modem; jaringan komunikasi; 3 Fasa;

DOI: [10.38038/vocatech.v8i2.392](https://doi.org/10.38038/vocatech.v8i2.392)

Received: 15 September 2026; Accepted: 05 Oktober 2026; Published: 20 Oktober 2026

*Corresponding author:

Rial Fauza, Program Studi Instalasi dan Pemeliharaan Jaringan Listrik, Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat, Komplek STTU, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Dara, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681, INDONESIA

Email: rial.fauza@aknacehbarat.ac.id

1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi untuk mendorong perubahan dalam pengelolaan sistem tenaga listrik, khususnya pada proses pengukuran, pemantauan, dan pengelolaan konsumsi energi pelanggan salah satunya menggunakan teknologi *Automatic Meter Reading* (AMR). Ketidakakuratan atau kerusakan pada sistem AMR dapat menghasilkan kesalahan pengukuran yang signifikan, yang pada gilirannya dapat berdampak pada penagihan yang tidak akurat kepada pelanggan, perencanaan jaringan yang tidak efisien, dan pelaporan yang salah (Agustin & Abi Hamid, 2024). Keberhasilan sistem AMR sangat bergantung pada keandalan rantai komunikasi antara kWh meter, modem, jaringan komunikasi, dan server atau sistem pusat (Fan et al., 2022). Modem AMR berfungsi sebagai salah satu komponen utama yang menjembatani data dari kWh meter dengan jaringan komunikasi sehingga data hasil pengukuran dapat diterima oleh sistem pusat (Jabbar et al., 2022). Dengan demikian, gangguan pada modem dapat menyebabkan terputusnya komunikasi dan berakibat pada kegagalan pembacaan data secara jarak jauh. Permasalahan komunikasi pada sistem AMR dapat berupa *init modem failure*, kegagalan koneksi, *login timeout*, modem tidak merespons, maupun kondisi meter yang tidak dapat berkomunikasi dengan sistem pusat. Penggunaan AMR membuat sistem dapat melakukan pembacaan meter energi secara jarak jauh dan *real time* melalui jaringan komunikasi. Faruk et al. (2026) mengembangkan sistem yang tidak hanya mengukur energi, tetapi juga mengatur konsumsi energi secara otomatis (Faruk et al., 2026; Kamoona et al., 2025). Pengembangan dengan pendekatan menemukan pola konsumsi listrik langsung dari data *smart meter* yang sebenarnya telah dilakukan (Ferrando et al., 2023; Quesada et al., 2025; Wang et al., 2026). AMR memungkinkan data pengukuran penggunaan energi pelanggan dikirimkan dari meter pelanggan menuju sistem pusat sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara lebih cepat, efisien, dan berkelanjutan. Rustemly mengkaji penerapan AMR menggunakan *Power Line Communication* (PLC) dan pengaruhnya terhadap penurunan kehilangan energi nonteknis di Provinsi Bitlis, Turki (Rüstemli et al., 2025). Pada kWh meter 3 fasa, penerapan AMR memiliki peran penting karena sistem tidak hanya digunakan untuk memperoleh data energi listrik, tetapi juga dapat mendukung pemantauan berbagai parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, faktor daya, energi aktif, energi reaktif, serta parameter lainnya (Viciano et al., 2023; Hong, 2024). Informasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk monitoring kondisi pelanggan, evaluasi kualitas pengukuran, deteksi gangguan, serta mendukung pengelolaan transaksi energi listrik (El-Khozondar et al., 2024). Penelitian mengenai AMR pada pelanggan 3 fasa menunjukkan bahwa penerapan sistem pembacaan otomatis dapat meningkatkan efisiensi proses pembacaan dan membantu memperoleh informasi parameter kelistrikan secara berkala.

Sistem AMR dapat menggunakan berbagai media komunikasi, antara lain jaringan seluler, radio, PLC (*Power Line Communication*), maupun teknologi komunikasi lainnya. Pemilihan teknologi komunikasi dipengaruhi oleh kondisi jaringan, cakupan wilayah (Munoz et al., 2022), karakteristik lokasi pelanggan, biaya implementasi, dan kebutuhan keandalan sistem. Penelitian mengenai sistem AMR berbasis jaringan komunikasi menunjukkan bahwa ketidakstabilan jaringan dapat menyebabkan kegagalan penarikan data, sehingga aspek komunikasi perlu menjadi perhatian dalam pemeliharaan sistem AMR. Gangguan komunikasi pada modem AMR yang menyebabkan kWh meter 3 fasa tidak dapat mengirimkan data pengukuran secara normal ke sistem pusat (Agustin & Abi Hamid, 2024). Gangguan tersebut dapat berasal dari berbagai faktor, baik dari modem maupun komponen pendukungnya, seperti catu daya, kabel komunikasi, konektor, antena, kartu SIM atau media komunikasi, konfigurasi perangkat, serta kondisi jaringan.

Penerapan AMR berbasis *Power Line Communication* (PLC) pada jaringan distribusi listrik di Provinsi Bitlis, Turki. Peneliti melaporkan penurunan tingkat kehilangan dan energi tidak tertagih dari 36,28% pada 2019 menjadi 25,32% pada 2022. Hasilnya menunjukkan potensi AMR dalam meningkatkan pemantauan energi dan membantu mengidentifikasi kehilangan nonteknis (Rüstemli et al., 2025). Penelitian lainnya membandingkan teknologi

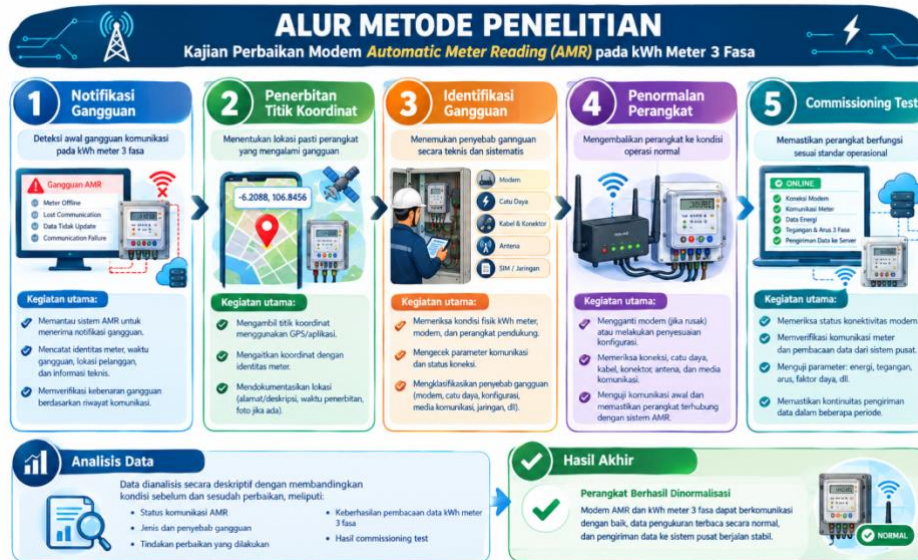
konektivitas meter cerdas, khususnya PLC, komunikasi seluler, dan frekuensi radio (RF). Peneliti menggunakan metode *Best-Worst Method* untuk mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi dominasi teknologi. Hasil kajian menempatkan PLC sebagai teknologi yang memiliki peluang tinggi berdasarkan kriteria yang dianalisis (van de Kaa et al., 2019). Peninjauan terkait penggunaan teknologi pengukuran cerdas dan komunikasi pada *smart grid*, termasuk jaringan kabel dan nirkabel, kebutuhan keandalan komunikasi, keamanan, dan privasi. Kajian tersebut menjelaskan bahwa keberhasilan pengukuran cerdas tidak hanya ditentukan oleh kemampuan meter, tetapi juga oleh infrastruktur komunikasi dan sistem pengelolaan data (Kabalcı, 2016).

Penelitian mengenai *Automatic Meter Reading* (AMR) telah berkembang dari pengembangan sistem pembacaan meter otomatis menuju integrasi teknologi komunikasi, pengelolaan data energi, dan peningkatan keandalan sistem pengukuran. (Khalifa et al., 2011) mengkaji berbagai protokol komunikasi yang digunakan pada aplikasi AMR, dengan menekankan pentingnya keandalan transmisi data, skalabilitas, keamanan, serta penanganan kegagalan komunikasi. Kajian tersebut memberikan landasan teoretis bahwa keberhasilan sistem AMR tidak hanya ditentukan oleh kemampuan meter dalam mengukur energi, tetapi juga oleh keandalan komunikasi antara meter dan server pusat. Selanjutnya, Kabalcı (2016) membahas teknologi komunikasi pada sistem pengukuran cerdas dan *smart grid*, termasuk jaringan kabel dan nirkabel serta tantangan keamanan dan keandalan sistem. van de Kaa et al. (2019) membandingkan teknologi *Power Line Communication* (PLC), komunikasi seluler, dan frekuensi radio dalam mendukung konektivitas meter cerdas. Sementara itu, Lipošćak & Bošković (2013) menguraikan pemanfaatan teknologi komunikasi pada sistem pengukuran cerdas untuk mendukung pemantauan konsumsi energi, analisis profil beban, pengelolaan pemadaman, dan pemulihan layanan. Penelitian Rüstemli et al. (2025) menunjukkan bahwa implementasi sistem AMR berbasis PLC di Provinsi Bitlis, Turki, berkaitan dengan penurunan tingkat kehilangan dan energi tidak tertagih selama periode 2019–2022. Temuan tersebut memperlihatkan potensi AMR dalam meningkatkan pengawasan distribusi energi. Meskipun demikian, evaluasi manfaat AMR pada tingkat sistem distribusi berbeda dari evaluasi teknis terhadap penanganan gangguan perangkat komunikasi secara individual. Berdasarkan kajian tersebut, *Research gap* yang ditemukan dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian terdahulu banyak membahas teknologi komunikasi, arsitektur sistem, dan manfaat AMR. *State of the art* penelitian ini terletak pada aspek kajian end-to-end proses penormalan modem AMR. Pengembangan pendekatan penanganan gangguan AMR yang menghubungkan aspek deteksi gangguan, informasi lokasi, diagnosis teknis, tindakan pemulihan, dan verifikasi hasil sebagai satu kesatuan proses. Pendekatan tersebut memberikan nilai tambah karena keberhasilan perbaikan tidak hanya ditentukan berdasarkan kondisi fisik modem setelah pekerjaan, tetapi berdasarkan kemampuan sistem secara keseluruhan untuk kembali melakukan komunikasi dan mengirimkan data pengukuran kWh meter 3 fasa ke sistem pusat. Dengan demikian, indikator keberhasilan dapat dilihat secara lebih komprehensif melalui perubahan status komunikasi, keberhasilan pembacaan data, kontinuitas pengiriman data, dan hasil pengujian parameter kelistrikan. Selain itu, integrasi penerbitan titik koordinat dalam alur penanganan menjadi aspek penting untuk mendukung efisiensi pekerjaan lapangan. Informasi lokasi memungkinkan gangguan yang teridentifikasi pada sistem dapat diterjemahkan menjadi tindakan pemeliharaan yang lebih terarah. Sehingga, tujuan penelitian ini dapat tercapai dengan mengetahui tingkat efektivitas penormalan sistem AMR berdasarkan indikator keberhasilan pengidentifikasian gangguan modem, kelancaran komunikasi data, serta variabel-variabel yang dibutuhkan ditemukan pada dashboard sistem AMR.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-evaluatif yang bertujuan untuk mengkaji efektivitas keberhasilan proses normalisasi modem AMR pada kWh meter 3 fasa berdasarkan tahapan penanganan gangguan di lapangan. Penelitian ini mengambil data kasus gangguan yang terjadi pada bulan Januari-februari 2026. Pada periode tersebut, modem AMR mengalami gangguan dengan jumlah 220-unit dari beberapa kabupaten yang berbeda. Modem AMR memberikan notifikasi gangguan berupa *TIMEOUT* dan *cannot connect to modem*. Pengecekan lebih lanjut ke lapangan diperlukan untuk perbaikan dan mengetahui penyebab pasti dari notifikasi gangguan yang diterima oleh sistem. Modem AMR yang digunakan berasal dari berbagai merk dan tipe seperti HEXING-HX320, HEXING-HXE310, EDMIMK10E, ELIPS dan lain-lain dengan protokol komunikasi *client/server* berbasis internet yang berasal dari penggunaan kartu GSM Telkomsel. Data penelitian ini diperoleh dari PT. Sinar Pelita Buana yang merupakan rekanan dari PT. PLN UP 3 Meulaboh untuk melakukan penormalan gangguan modem AMR pada kWh Meter 3 fasa untuk wilayah kerja Aceh Barat, Aceh Barat Daya dan Aceh Jaya.

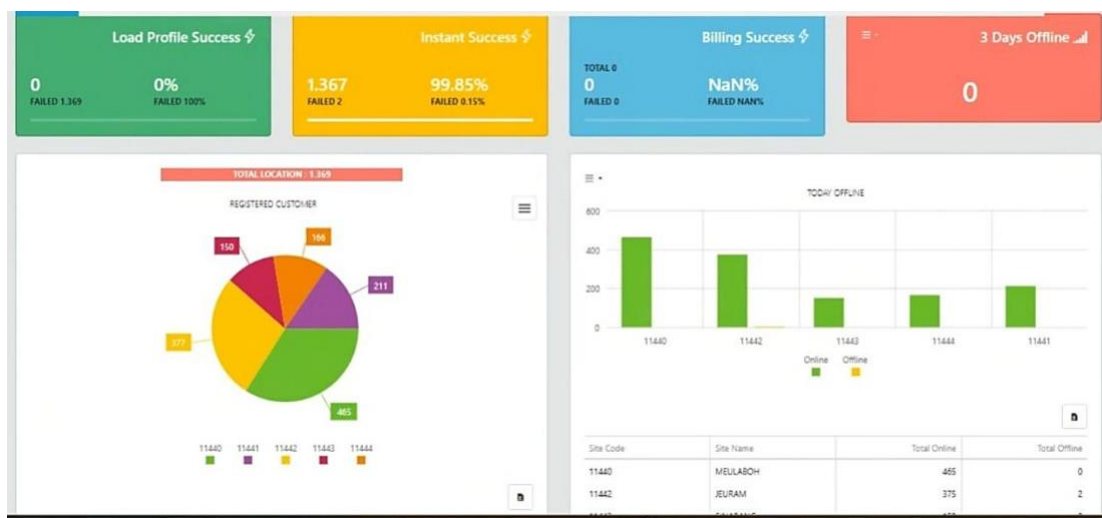
Penelitian dilakukan dengan mengamati alur penanganan gangguan sejak diterimanya notifikasi gangguan pada sistem AMR sampai perangkat kembali berkomunikasi secara normal dan dinyatakan memenuhi hasil pengujian (*commissioning test*). Gambar 1 merupakan alur dari metode penelitian.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

2.1. Notifikasi Gangguan Modem AMR Ke Sistem ULP UP 3 Aceh Barat

Tahap awal penelitian dimulai dengan melakukan pemantauan terhadap sistem AMR untuk memperoleh notifikasi gangguan komunikasi pada kWh meter 3 fasa. Notifikasi gangguan modem AMR adalah pemberitahuan otomatis yang muncul pada sistem monitoring PLN ketika modem AMR mengalami gangguan komunikasi atau tidak dapat mengirim data pembacaan kWh meter ke *server*. Notifikasi ini berfungsi sebagai peringatan dini (*early warning*) agar petugas dapat segera melakukan pemeriksaan dan penormalan pada perangkat AMR. Notifikasi gangguan diketahui dari jumlah perangkat *offline* setiap hari pada satu wilayah. Modem yang sudah *offline* minimal selama 3 hari akan masuk pada fitur khusus yaitu kategori 3 Days Offline supaya mendapatkan prioritas penanganan normalisasi oleh petugas lapangan dengan segera. Gambar 2 merupakan *dashboard* pemantauan notifikasi gangguan modem AMR



Gambar 2. merupakan Dashboard pemantauan notifikasi gangguan modem

2.2. Penerbitan Titik Koordinat dan Status Modem

Penerbitan titik koordinat dan status modem AMR adalah proses pencatatan serta pembaruan informasi mengenai lokasi geografis (*koordinat GPS*) dan kondisi operasional modem AMR pada sistem monitoring PLN. Informasi ini digunakan untuk memudahkan identifikasi lokasi perangkat, pemantauan kondisi modem, dan mempercepat penanganan gangguan. Penerbitan titik koordinat sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan terkait penanganan perbaikan modem AMR dengan prinsip efisien, efektif dan skala prioritas dengan mempertimbangkan faktor jarak wilayah, jumlah gangguan pada area yang berdekatan, dan tipe meter Listrik. Titik koordinat dari modem AMR yang *offline* dapat diurutkan berdasarkan wilayah/Lokasi sehingga proses penormalan

oleh petugas menjadi lebih efisien dengan melakukan penormalan AMR pada lokasi yang berdekatan terlebih dahulu. Gambar 3 menunjukkan titik koordinat (Lokasi) modem yang mengalami gangguan.



Gambar 3. Titik Koordinat Modem yang Mengalami Gangguan

2.3. Identifikasi Gangguan

Identifikasi dilakukan secara bertahap dengan membandingkan informasi yang terdapat pada sistem AMR dengan kondisi perangkat di lapangan. Pada sistem AMR, modem AMR yang mengalami gangguan hanya memberikan notifikasi 'TIMEOUT' atau 'CANNOT CONNECT TO MODEM', pemeriksaan langsung ke lapangan perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab pasti dari gangguan modem tersebut. Pemeriksaan tersebut meliputi kondisi kWh meter 3 fasa, modem AMR, sumber catu daya modem, kabel komunikasi, konektor, antena, kartu SIM atau media komunikasi, serta indikator komunikasi pada perangkat. Selain pemeriksaan fisik, dilakukan juga pemeriksaan terhadap parameter komunikasi modem dan status koneksi pada sistem AMR. Tahapan ini bertujuan untuk membedakan apakah gangguan berasal dari perangkat keras, catu daya, konfigurasi modem, media komunikasi, jaringan, atau hubungan antara modem dengan kWh meter.

Hasil identifikasi kemudian diklasifikasikan berdasarkan penyebab gangguan. Apabila ditemukan modem mengalami kerusakan atau tidak dapat berkomunikasi secara normal, maka modem dinyatakan sebagai komponen yang memerlukan tindakan perbaikan atau penggantian. Sebaliknya, apabila modem masih berfungsi tetapi mengalami permasalahan konfigurasi atau koneksi, dilakukan tindakan penyesuaian dan penormalan tanpa mengganti perangkat. Apabila modem dinyatakan masih berfungsi, konfigurasi sudah sesuai, serta koneksi bagus, berarti perangkat kWh meter yang dinyatakan rusak. Apabila Perbaikan kWh meter yang rusak telah dilakukan oleh petugas lain dengan spesialisasi tersebut, diyakini perangkat AMR tersebut bisa dipastikan dapat berfungsi dengan normal Kembali. Gambar nomor 4 menunjukkan data status gangguan yang diperoleh dari laporan aplikasi monitoring AMR pada beberapa pelanggan.

Site Code	Site Name	Location Code	Location Name	Last Instant Date	Message Offline	Meter No	Meter Brand - Type	Comm Device No	Comm Device Brand - Type	SIM Card Provider	SIM Card No	IP	Comm Port
11440	MEULABOH	114400122169	DWIT-TSEL-MBO125-LHOK GUCI	06/13/2026 14:54:49	TIMEOUT	17362868	HEXING - HXE320	863812074775690	EUPS SYSTEMS - NG-1	TELKOMSEL	085169191414	10.153.153.156	1000
11440	MEULABOH	114400134189	TSG TSEL-MBO917-SEUMARA	06/15/2026 08:25:17	CANNOT CONNECT TO MODEM	17119104	HEXING - HXE320	862708044300734	SANXING - CS21P	TELKOMSEL	085164084913	10.155.142.206	1000
11444	TEUNOM	114440097402	TJVN AKMAL	06/13/2026 08:32:57	TIMEOUT	17369379	HEXING - HXE320	862708044373293	SANXING - CS21S	TELKOMSEL	085125218366	10.154.115.136	1000
11444	TEUNOM	114440100365	PT AGRO SINERGI NUSANTARA	06/23/2026 15:26:26	CANNOT CONNECT TO MODEM	250389913	EDMI - MK10E	862708044362450	SANXING - CS21P	TELKOMSEL	085125218365	10.154.115.182	1000
11444	TEUNOM	114440138034	XL-SUM-AC-MBO-0001	06/18/2026 11:05:00	CANNOT CONNECT TO MODEM	14621970696	HEXING - HXE310	866496073354733	SANXING - CS21P	TELKOMSEL	085167630546	172.18.87.235	1000

Gambar 4. Status Gangguan Modem AMR

2.4. Normalisasi Gangguan dan *Commisioning Test* pada Modem AMR

Penormalan dilakukan dengan memastikan seluruh bagian yang berhubungan dengan komunikasi berada dalam kondisi baik. Sedangkan *Commisioning test* dilakukan untuk memastikan bahwa modem AMR dan kWh meter 3 fasa telah berfungsi sesuai dengan tujuan pemasangan. Penormalan dinyatakan berhasil apabila modem dapat melakukan komunikasi dengan sistem pusat dan data meter dapat diterima kembali. Kondisi tersebut diverifikasi dengan melakukan pemantauan status *online*, pembacaan parameter meter, serta kontinuitas penerimaan data. Penormalan gangguan modem AMR pada kWh meter 3 Fasa dilakukan dengan Pemeriksaan Daya dan tegangan Modem, pemeriksaan jaringan komunikasi, memastikan pemasangan terminal kWh meter tidak longgar atau terbakar, MCB dan

fuse pengaman dalam kondisi baik. Penggantian modem dan kWh meter dilakukan apabila semua tahapan proses penormalan yang dilakukan mengalami kegagalan.

Commissioning test dilakukan secara sistematis dengan memeriksa konektivitas modem, komunikasi antara modem dengan kWh meter, serta kemampuan sistem dalam mengirimkan data pengukuran ke server AMR. Beberapa parameter yang diperiksa dalam *commissioning test* meliputi status koneksi modem, keberhasilan komunikasi dengan kWh meter, keterbacaan data energi, tegangan dan arus setiap fasa, serta parameter pengukuran lain yang tersedia pada sistem. Apabila sistem mendukung pembacaan jarak jauh secara periodik, dilakukan pula verifikasi terhadap keberhasilan pengiriman data dalam beberapa periode pembacaan. Hasil *commissioning test* kemudian dicatat dalam lembar pengujian dan dibandingkan dengan kondisi awal ketika gangguan terdeteksi. Gambar 5. *Commissioning test* berhasil dilakukan.

Location:	11442042129 - XLS-SUM-AC-SUM-0029	Sim Card:	085197629727
Meter No:	14521957232	IP:	10.153.132.97
Meter Brand - Type:	HEXING - H0E310	Communication Port:	1000
Comm Device No:	886490073271127	Meter Time:	02/09/2026 17:46:26
Comm Device Brand - Type:	SANXING - CS21P	Test Duration:	0 Hour, 1 Min, 27 Sec (DONE)

N	PROCESS	Time	Status	Short Text	Message
1	Open Socket	17:45:55	OK		
2	Login	17:45:58	OK		
3	Get Meter Number	17:45:59	OK		Meter Serial Number : 14521957232
4	Get Meter Time	17:45:59	OK		Meter Time : 02/09/2026 17:46:26
5	Get End Of Billing	17:47:16	OK	Time : 2025-02-01 10:00:00.000	Time : 2026-02-01 10:00:00.000
6	Get Instantous	17:48:00	OK	Time : 2025-02-09 17:47:00.000	
7	Get Interval Load Profile	17:48:01	OK		load profile interval: 30 menit
8	Get Load Profile	17:48:17	OK	Time : 2025-02-09 17:30:00.000	
9	Logout	17:48:17	OK		

Gambar 5. Comisioning Tes berhasil dilakukan

3. Hasil dan Pembahasan Normalisasi pada Modem AMR

Modem AMR pada kWh meter 3 fasa yang mengalami gangguan selama periode pengambilan data berjumlah 220-unit yang berasal dari wilayah kabupaten Aceh Jaya, Aceh Barat dan Aceh Barat Daya. Setelah dilakukan proses penormalan sampai ke tahap *commissioning test*, 203 modem AMR dapat dilakukan penormalan kembali dengan berbagai gangguan yang ditemukan dan 17 modem yang tidak berhasil dilakukan penormalan seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Penyebab Gangguan Modem AMR

No	Penyebab Gangguan	Jumlah	Berhasil Normalisasi	Gagal Normalisasi
1	Gangguan jaringan GSM/GPRS/4G	14	15	-
2	Kerusakan modem AMR	60	62	-
3	Masalah kartu SIM	31	31	-
4	Gangguan catu daya (Power Supply)	3	4	-
5	Gangguan komunikasi antara modem dan kWh meter	11	13	3
6	Kesalahan konfigurasi modem	42	43	-
7	Kerusakan antena	10	13	-
8	Gangguan pada sistem server AMR	11	13	-
9	Pengaruh lingkungan.	21	23	-
10	kWh Meter Rusak	17	0	17
Total		220	203	17

Berdasarkan tabel 1, faktor gangguan banyak disebabkan oleh kerusakan modem AMR, permasalahan pada kartu SIM, kesalahan konfigurasi modem, dan juga faktor lingkungan. Faktor lingkungan bisa disebabkan oleh adanya kabel mcb yang terhubung pada adaptor modem terputus karena dimakan oleh tikus atau anomali lain yang memutuskannya. Selebihnya, ada 17 modem yang tidak berhasil dilakukan penormalan yang disebabkan terjadinya kerusakan pada kWh meter 3 fasa. Setelah perbaikan kWh meter oleh teknisi lain, Modem AMR bisa berfungsi normal seperti biasanya.

Penggunaan metode deskriptif-evaluatif dalam proses penormalan modem AMR pada kWh meter 3 fasa terbukti sangat efektif untuk menangani gangguan yang ditemukan dilapangan dengan tingkat keberhasilan mencapai 92,3%. Tingkat keberhasilan bahkan bisa mencapai 100% jika faktor kWh meter rusak tidak dimasukkan dalam variabel faktor gangguan. Selain modem yang kembali *online*, klaim keberhasilan diperoleh dari berbagai data pengukuran dari kWh meter pelanggan yang meliputi besar tegangan, arus, pemakaian daya listrik serta variabel lainnya (id pelanggan, titik Lokasi, jenis modem, nomor dan jenis kartu SIM dan *ip address*) berhasil dikirim dari dari modem AMR ke *server* sistem AMR.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penormalan modem Automatic Meter Reading (AMR) pada kWh meter 3 fasa terbukti sangat efektif dalam menangani berbagai gangguan pada modem AMR dengan kegagalan normalisasi hanya 17 kasus dari 220 kasus gangguan yang ditangani. Keberhasilan penormalan tidak cukup dinilai dari modem yang kembali aktif, tetapi harus dibuktikan melalui keberhasilan koneksi, komunikasi modem dengan kWh meter, keterbacaan parameter pengukuran, dan kontinuitas pengiriman data ke sistem pusat. Temuan ini menegaskan bahwa penormalan modem AMR yang terstruktur dan berbasis verifikasi *end-to-end* dapat meningkatkan efektivitas keandalan komunikasi data serta mendukung keberlanjutan *monitoring* dan pengelolaan data energi pelanggan. Pengembangan lebih lanjut juga dapat mencakup penerapan metode pemeliharaan *preventif* dan *prediktif* dengan memanfaatkan parameter seperti kualitas sinyal GSM, tegangan suplai, frekuensi gangguan, umur perangkat, dan riwayat komunikasi untuk memprediksi potensi kegagalan modem sebelum terjadi. Dengan demikian, penelitian berikutnya tidak hanya berorientasi pada penormalan setelah gangguan terjadi, tetapi juga pada upaya meningkatkan keandalan dan kontinuitas komunikasi AMR melalui deteksi dini, prediksi gangguan, dan optimalisasi strategi pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W. D., & Abi Hamid, M. (2024). Analisis Error Meter Dan Ct Pada Automatic Meter Reading (Amr) Di Pt Pln (Persero) Up3 Cikupa. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1).
- El-Khozondar, H. J., Mtair, S. Y., Qoffa, K. O., Qasem, O. I., Munyarawi, A. H., Nassar, Y. F., Bayoumi, E. H. E., & Abd El, A. A. E. B. (2024). A smart energy monitoring system using ESP32 microcontroller. *E-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 9, 100666.
- Fan, Z., Shi, L., Xi, C., Wang, H., Wang, S., & Wu, G. (2022). Real time power equipment meter recognition based on deep learning. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71, 1–15.
- Faruk, O., Islam, A., Paul, P. R., Shahriar, F., Hossain, M. S., & Ali, M. H. (2026). Development of an energy monitoring and regulating system to reduce building energy consumption. *Energy and Buildings*, 117826.
- Ferrando, M., Banfi, A., & Causone, F. (2023). Changes in energy use profiles derived from electricity smart meter readings of residential buildings in Milan before, during and after the COVID-19 main lockdown. *Sustainable Cities and Society*, 99, 104876.
- Hong, Y. (2024). Measurement analysis of three phase intelligent electricity meter based on nonlinear load. *Measurement: Sensors*, 33, 101215.
- Jabbar, W. A., Annathurai, S., Rahim, T. A. A., & Fauzi, M. F. M. (2022). Smart energy meter based on a long-range wide-area network for a stand-alone photovoltaic system. *Expert Systems with Applications*, 197, 116703.
- Kabalci, Y. (2016). A survey on smart metering and smart grid communication. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 302–318. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.114>
- Kamoon, A., Song, H., Jalili, M., Wang, H., Razzaghi, R., & Yu, X. (2025). Online electric vehicle charging detection based on memory-based transformer using smart meter data. *Applied Energy*, 398, 126353.
- Khalifa, T., Naik, K., & Nayak, A. (2011). A Survey of Communication Protocols for Automatic Meter Reading Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 13(2), 168–182. <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.041110.00058>
- Lipošćak, Z., & Bošković, M. (2013). Survey of smart metering communication technologies. *Eurocon 2013*, 1391–1400. <https://doi.org/10.1109/EUROCON.2013.6625160>
- Munoz, O., Ruelas, A., Rosales, P., Acuña, A., Suastegui, A., & Lara, F. (2022). Design and development of an IoT smart meter with load control for home energy management systems. *Sensors*, 22(19), 7536.
- Quesada, C., Montero-Manso, P., Pflugrad, N., Astigarraga, L., Merveille, C., Casado-Mansilla, D., & Borges, C. E. (2025). A data-driven methodology for deriving electricity consumption typologies from smart meters. *Energy Reports*, 14, 2420–2434.
- Rüstemli, S., Kocaman, Y., Kocaman, B., Şahin, G., & van Sark, W. (2025). The effect of using automatic meter reading system in electricity distribution systems on reducing non-technical losses: The case of Bitlis province in Turkey. *Energy Strategy Reviews*, 58, 101674.

- van de Kaa, G., Fens, T., Rezaei, J., Kaynak, D., Hatun, Z., & Tsilimeni-Archangelidi, A. (2019). Realizing smart meter connectivity: Analyzing the competing technologies Power line communication, mobile telephony, and radio frequency using the best worst method. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 103, 320–327. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.035>
- Viciano, E., Arrabal-Campos, F. M., Alcayde, A., Baños, R., & Montoya, F. G. (2023). All-in-one three-phase smart meter and power quality analyzer with extended IoT capabilities. *Measurement*, 206, 112309.
- Wang, Y., Jin, A. S., & Sanders, K. T. (2026). A systematic review of literature utilizing residential smart meter data. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 225, 116130.