

TUGAS AKHIR

**KEHANDALAN KWH METER 3 FASA *ADVANCED METERING*
*INFRASTRUCTURE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

OLEH

I KOMANG PASEK SWARNATA

NIM. 2215313060

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

ABSTRAK
I KOMANG PASEK SWARNATA
KEHANDALAN KWH METER 3 FASA *ADVANCED METERING*
INFRASTRUCTURE

Penggunaan energi listrik yang semakin meningkat di berbagai sektor menuntut sistem pengukuran yang akurat dan andal. KWh Meter 3 fasa dengan sistem *Advanced Metering Infrastructure* (AMI) merupakan solusi modern untuk mencatat konsumsi energi secara otomatis dan real-time melalui jaringan komunikasi dua arah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keandalan kWh Meter 3 fasa AMI, dengan fokus pada efektivitas pengukuran antara data yang ditampilkan pada meter dan sistem MDMS (*Meter Data Management System*), serta identifikasi gangguan yang sering terjadi dan proses penanganannya. Metode penelitian menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif dengan teknik survei, observasi, wawancara, dokumentasi, dan analisa data dari aplikasi MDMS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran antara kWh meter dan MDMS sangat baik, dengan selisih tegangan dan arus di bawah 2%. Namun, ditemukan beberapa gangguan seperti ERR 20, ERR 21, ERR 24, dan ERR 27, yang memerlukan intervensi teknis untuk pemulihan/penormalan. Selain itu MDMS belum mampu mendeteksi secara otomatis kode ERR yang muncul di kWh meter. KWh meter 3 fasa AMI menunjukkan performa pengukuran yang andal dan akurat, namun sistem MDMS perlu dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung deteksi kode gangguan yang muncul di kWh meter demi meningkatkan keandalan layanan.

Kata kunci: kWh meter , AMI, MDMS, kehandalan

ABSTRACT
I KOMANG PASEK SWARNATA
KEHANDALAN KWH METER 3 FASA *ADVANCED METERING*
INFRASTRUCTURE

The increasing use of electrical energy in various sectors demands accurate and reliable measurement systems. The three-phase kWh meter with Advanced Metering Infrastructure (AMI) is a modern solution for automatically and in real-time recording energy consumption through a two-way communication network. This study aims to examine the reliability of the three-phase AMI kWh meter, focusing on the measurement effectiveness between the data displayed on the meter and the Meter Data Management System (MDMS), as well as identifying common faults and their handling process. The research employs both quantitative and qualitative approaches with techniques such as surveys, observations, interviews, documentation, and data analysis from the MDMS application. The results show that the measurement accuracy between the kWh meter and MDMS is excellent, with voltage and current deviations below 2%. However, several faults were identified, such as ERR 20, ERR 21, ERR 24, and ERR 27, which require technical intervention for recovery/normalization. In addition, the MDMS is not yet capable of automatically detecting ERR codes that appear on the kWh meter. The three-phase AMI kWh meter demonstrates reliable and accurate measurement performance; however, the MDMS system needs further development to support automatic detection of fault codes displayed on the kWh meter in order to improve service reliability.

Keywords: kWh meter, AMI, MDMS, reliability

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGHANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan.....	I-3
BAB II	II-1
2.1 Penelitian Terdahulu.....	II-1
2.2 Distribusi Tenaga Listrik	II-1
2.3 kWh Meter.....	II-2
2.3.1 kWh Meter 3 Fasa <i>Advance Metering Infrastructure</i>	II-2
2.3.2 Standar Teknis kWh Meter 3 Fasa AMI	II-3
2.3.3 Kelas kWh Meter	II-3
2.3.4 Prinsip Kerja kWh Meter 3 Fasa AMI	II-4
2.3.5 Bagian-Bagian Kwh Meter 3 Fasa AMI.....	II-5
2.3.6 Informasi Kode Error kWh Meter 3 Fasa <i>AMI</i>	II-7
2.4 Wiring kWh Meter 3 Fasa	II-8
2.5 Menelusuri Permasalah/Gangguan kWh Meter	II-9
2.5.1 Pemeriksaan	II-9
2.5.2 Pengujian.....	II-10
BAB III	III-1
3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Jenis Data	III-1

3.2.1	Data Primer	III-1
3.2.2	Data Skunder	III-1
3.3	Sumber Data	III-2
3.4	Teknik Pengumpulan Data	III-2
3.4.1	Dokumentasi	III-2
3.4.2	Survei	III-2
3.4.3	Observasi	III-2
3.4.4	Metode Diskusi atau Wawancara	III-3
3.4.5	Teknik Analisa Data	III-3
3.5	Instrumen Penelitian	III-3
3.6	Pengolahan Data	III-3
3.7	Diagram Aliran	III-5
IV.	BAB IV	IV-1
4.1	Gambaran Umum Lokasi dan Objek Penelitian	IV-1
4.1.1	Lokasi penelitian	IV-1
4.1.2	Objek Pelenilitan	IV-1
4.2	Perbandingan Data Pengukuran kWh Meter dan MDMS	IV-2
4.3	Gangguan kWh Meter AMI dan Perbaikannya	IV-12
4.3.1	Identifikasi gangguan kWh Meter	IV-12
4.3.2	Gangguan Anomali	IV-14
4.3.3	Penanganan Gangguan kWh Meter AMI	IV-15
BAB V		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1
	DAFTAR PUSTAKA	1
	LAMPIRAN	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik ^[8]	II-1
Gambar 2. 2 kWh Meter AMI ^[11]	II-2
Gambar 2. 3 Bagian-Bagian kWh Meter AMI ^[11]	II-5
Gambar 2. 4 Wiring kWh Meter 3 Fasa Pengukuran Langsung ^[12]	II-9
Gambar 2. 5 Pemeriksaan kWh Meter ^[14]	II-9
Gambar 2. 6 Fisik Normal kWh ^[13]	II-11
Gambar 2. 7 kWh MeterTerbakar ^[10]	II-10
Gambar 2. 8 Pengujian kWh Meter ^[15]	II-10
Gambar 2. 9 Pengukuran Arus ^[16]	II-12
Gambar 2. 10 Alat Ukur Calmet ^[15]	II-11
Gambar 3. 1 Diagram Aliran Penelitian.....	III-5
Gambar 4. 1 One Line Diagram Tukad Badung.....	IV-1
Gambar 4. 2 Single Line Twisted Cable Pelanggan A.....	IV-2
Gambar 4. 3 Data Displey kWh Jam 18.00 Pelanggan A.....	IV-3
Gambar 4. 4 Data MDMS Jam 18.00 Pelanggan A.....	IV-3
Gambar 4. 5 Single Line Twisted Cable Pelanggan B.....	IV-4
Gambar 4. 6 Data Displey kWh Jam 18.30 Pelanggan B.....	IV-5
Gambar 4. 7 Data MDMS Jam 18.30 Pelanggan B.....	IV-5
Gambar 4. 8 Single Line Twisted Cable Pelanggan C.....	IV-6
Gambar 4. 9 Data Displey kWh Jam 18.45 Pelanggan C.....	IV-7
Gambar 4. 10 Data MDMS Jam 18.45 Pelanggan C.....	IV-7
Gambar 4. 11 Single Line Twisted Cable Pelanggan D.....	IV-8
Gambar 4. 12 Data Displey kWh Jam 19.00 Pelanggan D	IV-9
Gambar 4. 13 Data MDMS Jam 19.00 Pelanggan D	IV-9
Gambar 4. 14 Single Line Twisted Cable Pelanggan E.....	IV-10
Gambar 4. 15 Data Displey kWh Jam 19.30 Pelanggan E.....	IV-11
Gambar 4. 16 Data MDMS jam 19.30 Pelanggan E	IV-11
Gambar 4. 17 Kode ERR 20.....	IV-12
Gambar 4. 18 Kode ERR 24.....	IV-13
Gambar 4. 19 Kode ERR 27.....	IV-13
Gambar 4. 20 Gangguan Binatang	IV-14

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Kelas kWh Meter.....	II-4
Tabel 4. 1 Perbandingan data kWh Meter dengan MDMS pelanggan A	IV-4
Tabel 4. 2 Perbandingan data kWh Meter dengan MDMS pelanggan B	IV-6
Tabel 4. 3 Perbandingan data kWh Meter dengan MDMS pelanggan C	IV-8
Tabel 4. 4 Perbandingan data kWh Meter dengan MDMS pelanggan D	IV-10
Tabel 4. 5 Perbandingan data kWh Meter dengan MDMS pelanggan E	IV-12
Tabel 4. 6 Penanganan gangguan kWh Meter.....	IV-15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eneargi listrik sangat penting bagi kebutuhan manusia dan menjadi sumber daya ekonomi yang paling penting. Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan akan listrik di masa depan akan terus meningkat[1].Pertumbuhan energi listrik di Indoesia terus meningkat seiring dengan kebutuhan listrik yang semakin besar.baik utnuk sektor industri,bisnis,dan rumah tinggal.

Di Indonesia, PT. PLN (Persero) memiliki sejarah panjang dalam sektor ketenagalistrikan. PT. PLN (Persero) adalah sebuah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berfokus pada pengelolaan kelistrikan dan memiliki tugas utama untuk mendistribusikan tenaga listrik kepada pelanggan. Sebagai salah satu perusahaan penyedia listrik di Indonesia, PT. PLN (Persero) terus berupaya meningkatkan kualitas layanan kepada seluruh lapisan masyarakat, khususnya dalam penyediaan energi listrik, yang merupakan bagian integral dari sistem distribusi[2].Sistem distribusi tenaga listrik memilii ujung di pelanggan dan pangkal di Gardu Induk.

Sistem tenaga listrik merupakan system pembangkitan tenaga listrik system transmisi,dan system distribusi.Sistem distribusi di kelompokkan menjadi dua yaitu,distribusi tegangan menengah(Distribusi Primer)yang berkapasitas 20 KVA dan distribusi tegangan rendah(Distribusi Sekunder)yang berkapasitas 220/380 V.Sistem distribusi berperan sebagai penyaluran dan pendistribusian tenaga listrik pada masing-masing beban atau konsumen sesuai kebutuhannya.Sistem distribusi merupakan bagian terakhir dari saluran system tenaga listrik[3].

Semakin berkembang dan bertambahnya pemakaian energy listrik oleh masyarakat, maka diperlukan suatu alat atau instrumen yang memiliki fungsi mengukur pemakaian energi listrik oleh pelanggan. Tentunya pengukuran yang dilakukan oleh alat tersebut haruslah akurat dan memiliki ketelitian dalam pengukurannya. Salah satu alat ukur yang dapat mengukur besar pemakaian energy listrik pada pelanggan adalah kWh meter[4].

kWh meter atau *kilowatt-hour* meter adalah alat pengukur energi listrik yang digunakan untuk mencatat jumlah listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan dalam satuan kilowatt-jam (kWh). Perangkat ini digunakan oleh penyedia listrik untuk menentukan jumlah pemakaian listrik pelanggan, baik untuk sistem prabayar maupun pascabayar.

kWh meter *Advanced Metering Infrastructure* (AMI) adalah meteran listrik pintar yang dapat mencatat konsumsi energi listrik secara otomatis dan mengirimkan data tersebut ke penyedia listrik melalui jaringan komunikasi. Berbeda dengan meter listrik konvensional, meter AMI memiliki fitur komunikasi dua arah, memungkinkan pembacaan jarak jauh, pemantauan konsumsi real-time, serta pengelolaan daya yang lebih efisien[5]. Dalam praktiknya kWh Meter AMI mengalami kendala dalam proses pengukuran. Sehingga penelitian ini sangat menarik dilakukan untuk mengetahui kinerja kWh Meter AMI.

MDMS (*Meter Data Management System*) adalah sistem inti dalam infrastruktur AMI (*Advanced Metering Infrastructure*) yang berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan, memvalidasi, menganalisis, dan mengintegrasikan data konsumsi listrik dari kWh meter secara otomatis dan berkala melalui berbagai jaringan komunikasi, serta mendukung pengelolaan perangkat dan keamanan data, aplikasi MDMS merupakan pusat dari sistem AMI yang memastikan data dari kWh meter dimanfaatkan secara efektif untuk mendukung operasional, efisiensi, dan keandalan layanan kelistrikan[6]. Akan tetapi MDMS belum bisa menampilkan indikasi kode ERR gangguan di kWh meter AMI, jika terjadi ERR 20 sampai 26 pelanggan akan padam, dan harus melapor ke PLN untuk perbaikan dan penormalan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi pokok pembahasan adalah :

- a. Bagaimana efektifitas kWh meter AMI dalam mengukur penggunaan energi antara yang ditampilkan di kWh meter dengan yang ditampilkan dalam MDMS?
- b. Apa gangguan yang dialami kWh Meter AMI?
- c. Bagaimana proses penanganan gangguan yang dialami oleh kWh Meter AMI?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah sebagai berikut :

- a. Studi ini hanya akan membahas kWh meter 3 fasa yang sudah terintegrasi dengan sistem AMI, tidak termasuk kWh meter konvensional atau non-AMI
- b. Analisis akan difokuskan pada aspek teknis dan kemampuan dari kWh meter 3 fasa AMI

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui efektifitas kWh meter AMI dalam mengukur penggunaan energi antara yang ditampilkan di kWh meter dengan yang ditampilkan dalam MDMS.
- b. Untuk menganalisis gangguan yang dialami kWh Meter AMI.
- c. Untuk menganalisis proses penanganan gangguan yang dialami oleh kWh Meter AMI.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

- a. efektifitas kWh meter AMI dalam mengukur penggunaan energi antara yang ditampilkan di kWh meter dengan yang ditampilkan dalam MDMS menunjukkan efektivitas dan akurasi pengukuran yang sangat baik. selisih antara data yang ditampilkan pada display kWh meter dengan data di MDMS sangat kecil, yaitu di bawah 2% baik untuk tegangan maupun arus pada setiap fasa. hal ini menunjukkan bahwa sistem AMI dapat memberikan informasi konsumsi energi secara akurat dan real-time, serta kWh meter AMI dapat mengendalikan relay pemutus jarak jauh seperti pelanggan telat bayar bulanan jika melewati tanggal yang ditentukan. Secara keseluruhan kWh meter 3 fasa AMI sangat efektif dalam mendukung operasional kelistrikan, terutama untuk wilayah dengan pelanggan industri, bisnis besar, atau kawasan dengan beban tinggi. Namun kekurangan sistem saat ini adalah ketidakmampuan MDMS untuk secara otomatis memberi notifikasi kode gangguan ERR yang muncul, sehingga pelanggan masih harus menghubungi PLN secara manual untuk segera mengatasi gangguan ERR yang terjadi
- b. Gangguan yang dialami kWh Meter AMI meliputi kode ERR seperti ERR 20 (penutup meter tidak rapat), ERR 21 (urutan fasa salah), ERR 24 (salah satu fasa hilang), dan ERR 27 (pembebanan tidak seimbang). selain itu gangguan fisik seperti kemasukan semut, kerusakan akibat sambungan kabel ke di terminal longgar, dan gangguan petir. jika salah satu kode ERR ini muncul harus menghubungi PLN untuk ditindaklanjuti dan menekan kedua tombol navigasi untuk penormalan kembali.
- c. Proses penanganan gangguan yang dialami oleh kWh Meter AMI dilakukan dengan tahapan melapor ke PLN untuk melakukan pemeriksaan segel, koreksi urutan fasa menggunakan fasa squen, pemeriksaan jaringan distribusi apakah ada gangguan yang dapat menyebabkan gangguan di kWh meter AMI, hingga pergantian kWh meter jika terjadi kerusakan berat. peran petugas teknis sangat penting dalam memastikan kinerja optimal dan keandalan sistem AMI di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan masalah dan kesimpulan ada beberapa saran yang dapat disampaikan sebagai rekomendasi untuk pengembangan sistem dan peningkatan layanan seperti yang terurai di bawah ini.

- a. Meskipun akurasi pengukuran antara kWh meter AMI dan data MDMS sangat baik, sistem MDMS masih belum mampu untuk menampilkan notifikasi kode ERR yang ada di display kWh meter, oleh karena itu disarankan agar pengembangan aplikasi MDMS ke depan agar mencakup fitur monitoring kode ERR secara real-time untuk mempercepat proses deteksi gangguan dan perbaikan
- b. Gangguan seperti kemasukan semut, dan surja petir itu sangat susah untuk kita cegah dikarenakan cover dari kWh meter pasti memiliki celah lubang untuk semut masuk kedalam terminal maupun MCB, begitu juga dengan surja petir, yang bisa kita evaluasi hanya terminal longgar. itu disaat pemasangan diusahakan teknisi untuk memasang kabel ke terminal dengan sangat kencang supaya tidak ada losis yang akan menyebabkan kebakaran di kWh meter, dan peningkatan bahan yang digunakan untuk membuat kWh meter AMI.
- c. Pelanggan perlu diberikan arahan tentang arti dan dampak kode error (ERR) yang muncul pada kWh meter, agar mereka bisa segera melapor ke PLN, dikarenakan tidak semua kode ERR yang muncul itu menyebabkan padam, misalnya ERR 27 ini biasanya muncul ketika beban pelanggan yang tidak merata/tidak seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Olanda and D. Susilo, "Desain dan Rancang Instalasi Listrik Sederhana Skala Rumah Tangga," *Jurnal ELECTRA: Electrical Engineering Articles* 1.2 (2021): 7-12.,” 2021.
- [2] Y. Muliyawati, H. Fadriani, G. Devira Ramady, D. Nataliana, and S. Tinggi Teknologi Mandala, "Mengatasi Turun Tegangan Akibat Beban Lebih Menggunakan Gardu Sisip Pada SUTR," vol. 15, Jul. 2020.
- [3] Kurniawan, Arif and, and S.T.Umar, "Analisa Jatuh Tegangan Dan Penanganan Pada Jaringan Distribusi 20 kV Rayon Palur PT. PLN (Persero) Menggunakan Etap 12.6," Feb. 2017.
- [4] Firdaus, Namira Purnama, Noor Djoko Suhantono, and I Gusti Ketut Abasana, "Analisis Uji Tera KWh Meter 3 Phase Pascabayar di Laboratorium Tera UP3 Bali Selatan," Aug. 2023.
- [5] A. Mursidan, S. Rabiati, and Dythyningrum, "RANCANGAN SISTEM JARINGAN FIBER TO THE HOME DALAM IMPLEMENTASI SMART METER AMI," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.5143.
- [6] Farea, Mosab, and Zhe Chen, "Electrical Energy Smart meter AMI System," Oct. 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.31225.85604.
- [7] F. H. Pradito, B. Pradana, B. V. Marpaung, M. Ridho, and S. Aryza, "IoT-Based Advanced Metering Infrastructure (AMI) for Residential KWH Meter Measurement," *International Journal of Economic, Technology and Social Sciencesinjects*, vol. 4, pp. 237–240.
- [8] A. N. Akpolat, E. Dursun, A. N. Akpolat, and E. Dursun, "Advanced Metering Infrastructure (AMI): Smart Meters and New Technologies," 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/332111353>
- [9] T. Joko Pramono, I. Hajar, and S. Wahyuni, "STUDI ANALISIS GANGGUAN PERANGKAT HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH DAN UPAYA MENGATASINYA DI PLN AREA TANJUNG PRIOK."
- [10] K. G. Manopo, H. Tumaliang, and S. Silimang, "Analisis Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Minahasa Utara," 2022.
- [11] Adeyakti, Yuniar, Iksan Adiasa and, and Ismi Mashabi, "Analisis Gangguan Pada Kwh Meter Pelanggan Di Pt. Pln (Persero) Up3 Sumbawa Menggunakan Fishbone Dan Pdca (Plan, Do, Check, Action)," *Jurnal Industri Dan Teknologi Samawa*, vol. 2.1, pp. 22–31, Feb. 2021.

- [12] A. Haris Munandar and Y. A. Alvin Soetrisno, "Implementasi Advanced Metering Infrastructure (AMI)," *JPII*, vol. 2, no. 4, pp. 212–222, doi: 10.14710/jpii.2024.24571.
- [13] Rudy Setyobudi and dkk, "SPLN D3.006:2021: Meter Statik Pascabayar Fase Tiga," Jakarta Selatan, 2021.
- [14] G. Pramudyo Angga Irawan, S. Nisworo, and D. Pravitasari, "Studi Variasi Wiring KWh Meter Elektronik Tiga Fasa," Apr. 2014.
- [15] Albaihaki, "Pemeliharaan kWh Meter Prabayar dan Pengecekan kWh Meter Prabayar PT. PLN Muara Panas," Laporan Kerja Praktik, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang," Sep. 2021.
- [16] F. Kurniadi, B. Fery Setiawan, M. Facta, P. UPDL Pandaan, J. Timur, and S. Selatan, "Analisis Akurasi kWh Meter 3 Kawat Dan Empat Kawat Untuk Beban Linier Dan Non Linier," Apr. 2023.
- [17] A. N. Walidi, "Akurasi Pengukuran kWh Meter Analog Terhadap Losses Energi Listrik," *SUTET*, vol. 11, no. 2, pp. 105–113, Dec. 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1577.
- [18] Sinongka and Noldi Novelina, "Pemeliharaan Gardu Distribusi," Politeknik Negeri Manado," 2016.
- [19] H. Hardani, D. Juliana Sukmana, and R. Fardani, "Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif," 2020. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/340021548>
- [20] A. Maulidah, "Analisis Proses Pelaksanaan Pembelajaran Keterampilan Tata Boga Membuat 'Kue Pastry' bagi Warga Belajar Paket C Kelas XI IPS di SPNF SKB Kota Samarinda," *Pepatudzu : Media Pendidikan dan Sosial Kemasyarakatan*, vol. 16, no. 2, p. 72, Nov. 2020, doi: 10.35329/fkip.v16i2.1763.