

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemasok utama energi listrik di Indonesia adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN), yang berperan penting dalam penyediaan listrik bagi seluruh lapisan masyarakat, termasuk rumah tangga, perusahaan, industri, dan masyarakat umum. Dalam menghadapi globalisasi dan meningkatnya permintaan energi, PLN harus meningkatkan efektivitas dan ketepatan sistem pengukuran konsumsi listriknya selain memastikan kontinuitas pasokan, karena secara langsung memengaruhi perhitungan tarif, pengendalian beban, dan akuntabilitas distribusi energi, penggunaan kWh meter sebagai alat ukur energi merupakan komponen krusial dalam sistem operasional PLN [1].

Menggunakan kWh meter analog atau elektromekanis yang pembacaannya dicatat secara manual oleh petugas lapangan. Pembacaan yang direkam selanjutnya dimasukkan ke dalam sistem penagihan utama. Jenis sistem pascabayar ini memungkinkan pelanggan untuk mengonsumsi listrik terlebih dahulu dan kemudian membayar periode penagihan berikutnya. Namun, sistem ini menimbulkan masalah mendasar seperti tunggakan pembayaran tagihan listrik, kemungkinan kesalahan pencatatan, serta pencurian listrik [2].

Sarita menyatakan bahwa sangat bergantung pada sistem cakram elektromekanis dan cenderung tetap sangat rentan terhadap pengaruh arus distorsi harmonik, tingkat suhu, dan medan magnet eksternal [3]. Jenis kWh meter elektromekanis cenderung menunjukkan kesalahan yang lebih besar dibandingkan dengan meter berbasis digital baik untuk pembebanan tidak seimbang maupun pembebanan faktor rendah [4].

Sistem pasca-bayar juga berdampak pada kinerja operasional PLN karena tingginya tingkat tunggakan pelanggan yang dapat menghambat arus kas dan perencanaan distribusi energi. Sistem prabayar ini dapat meningkatkan kesadaran pengguna dalam mengontrol konsumsi listrik sedangkan Pangemanan menunjukkan bahwa digitalisasi melalui sistem AMR (Automatic Meter Reading)

dapat menurunkan kehilangan energi hingga 40 %. Selain itu, penelitian Gunawan et al. membuktikan bahwa sistem pasca-bayar sulit mendeteksi manipulasi karena tidak terintegrasi dengan pengawasan berbasis waktu nyata. Oleh sebab itu, PLN memperkenalkan sistem listrik Prabayar yang menggunakan kWh meter digital sebagai solusi atas permasalahan pencatatan manual dan tunggakan tagihan [5].

Dalam sistem Prabayar, pelanggan membeli token atau pulsa listrik sesuai kebutuhan dan memasukkannya ke dalam meteran digital untuk memperoleh daya listrik. Sistem ini memberikan transparansi dan kontrol langsung terhadap konsumsi energi serta mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual. Studi komparatif oleh Gunawan et al dan Syarifudin menegaskan bahwa sistem Prabayar memberikan akurasi pengukuran lebih tinggi serta meminimalkan praktik pencurian listrik melalui sistem sensorik digital [6].

Di sisi lain, Patil mengembangkan prototipe smart power meter berbasis IoT dengan akurasi mencapai 99,983 %, yang menunjukkan kemajuan signifikan pada aspek teknologi pengukuran listrik di Indonesia. Hal ini sejalan dengan rekomendasi dari Sirojan et al. yang menekankan pentingnya sistem metering digital untuk meningkatkan keandalan, efisiensi, serta transparansi dalam distribusi listrik nasional [7].

Namun demikian, adopsi kWh meter digital tidak lepas dari tantangan sosial dan teknis. Beberapa pelanggan mengeluhkan peningkatan biaya pascaperalihan serta menganggap meter digital sering kali salah perhitungan. Hasil penelitian oleh Hafiz et al. menyatakan bahwa persepsi harga dan kualitas pelayanan menjadi variabel penting yang memengaruhi tingkat penerimaan pelanggan terhadap sistem Prabayar. Temuan serupa diungkapkan oleh Al-Imam et al. dan Puspitasari et al yang menekankan bahwa adopsi sistem digital memerlukan pendekatan edukatif agar pengguna memahami manfaat efisiensi dan keamanan sistem baru tersebut. Dengan demikian, meskipun keunggulan teknologinya signifikan, resistensi pelanggan terhadap perubahan sistem masih menjadi tantangan yang perlu dikelola oleh PLN melalui sosialisasi dan peningkatan kualitas layanan [8].

Dalam konteks kebijakan, sejak tahun 2008 PLN telah mewajibkan

pelanggan baru serta pengguna yang melakukan penambahan daya untuk menggunakan kWh meter digital. Namun pada tahun 2015 kebijakan tersebut dilonggarkan agar pelanggan lama tetap dapat memilih antara sistem pasca-bayar dan Prabayar. Studi Implementation Smart Metering oleh Sony [9] dan penelitian lanjutan oleh Irianto et al . menyebutkan bahwa keberhasilan adopsi sistem digital di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kesiapan infrastruktur, regulasi, dan budaya pengguna. Selain itu, kebijakan transisi ini perlu diikuti oleh peningkatan sistem keamanan perangkat karena potensi serangan siber terhadap infrastruktur energi juga meningkat seiring dengan digitalisasi [10].

PLN juga terus melakukan inovasi teknologi melalui pengembangan sistem AMI (Advanced Metering Infrastructure) yang memungkinkan pengawasan konsumsi listrik pelanggan secara daring dan real-time. Teknologi ini menjadi pondasi penerapan smart grid di Indonesia yang menghubungkan sistem distribusi listrik dengan pusat kontrol berbasis data. Selain itu, penelitian oleh Mutlag et al. menunjukkan bahwa AMI berperan penting dalam menjaga keandalan sistem listrik melalui integrasi perangkat lunak pemantauan berbasis jaringan IoT. Dengan demikian, transformasi dari kWh meter elektromekanik ke elektronik bukan hanya tuntutan teknis, tetapi juga strategi adaptif dalam menghadapi era digitalisasi energi dan efisiensi nasional [8].

Harapannya, dengan adanya sistem Prabayar dan penggunaan kWh meter digital, manajemen listrik di Indonesia dapat menjadi lebih efisien yang dapat membantu dalam pengendalian konsumsi listrik, meminimalkan pemborosan, dan mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pencatatan dan penagihan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah disebutkan diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi jenis beban terhadap tingkat akurasi pembacaan energi pada kWh meter elektromekanik dan elektronik tiga fasa?
2. Bagaimana efektivitas migrasi kWh meter tiga fasa dari sistem

elektromekanik ke elektronik ditinjau dari aspek akurasi, keamanan, dan kepuasan pelanggan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian dan perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi jenis beban terhadap tingkat akurasi pembacaan energi listrik pada kWh meter elektromekanik dan elektronik tiga fasa.
2. Menilai efektivitas migrasi kWh meter tiga fasa dari sistem elektromekanik ke elektronik ditinjau dari aspek akurasi, keamanan, dan kepuasan pelanggan.

1.4 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan ini tidak terlalu meluas, maka penulisan skripsi ini dibatasi dengan beberapa permasalahan yaitu sebagai berikut.

1. Pengujian dilakukan dengan pembebanan terhadap jaringan 3 fasa dengan beban Lampu LED.
2. Pengujian dilakukan dimeja tera yang berlokasi di UP3 PLN Kota Lhokseumawe. Proses pengujian tera dengan menggunakan meja tera hanya dilakukan oleh pihak PLN.
3. Proses pengujian tera oleh pihak PLN harus memiliki sertifikasi produk yang dikeluarkan oleh PT PLN (Persero) Pusat Sertifikasi (Pusertif).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun tujuan akhir dari penelitian dan perancangan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti akan memperoleh pemahaman yang mendalam tentang interaksi beban dalam sistem distribusi listrik dengan efektivitas migrasi KWH meter. Hal ini akan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peneliti dalam bidang energi listrik, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan ilmiah di bidang ini.

2. Penelitian ini akan memberikan kontribusi terhadap reputasi kampus dalam bidang riset energi dan teknologi listrik. Hasil penelitian yang diperoleh dapat digunakan sebagai materi pembelajaran dalam perkuliahan dan seminar, serta menjadi dasar untuk penelitian lanjutan di masa depan. Selain itu, kampus juga dapat memanfaatkan temuan penelitian ini untuk menjalin kerjasama dengan industri dan lembaga terkait dalam pengembangan teknologi energi yang lebih efisien.
3. Pihak ketiga, seperti penyedia layanan listrik, regulator, dan industri, akan mendapatkan manfaat dari pemahaman yang lebih baik tentang dampak ketidakseimbangan beban dan efektivitas migrasi KWH meter. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat membantu mereka dalam pengambilan keputusan terkait investasi, perencanaan, dan pengelolaan sistem distribusi listrik. Selain itu, mereka juga dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai panduan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional mereka dalam penyediaan layanan listrik kepada masyarakat.