

INTISARI

Peningkatan konsumsi energi listrik di Indonesia yang mencapai 1,337 MWh per kapita pada tahun 2023 mendorong kebutuhan akan sistem *monitoring* konsumsi listrik yang lebih efisien. Pemborosan energi listrik yang 80% disebabkan oleh faktor manusia memerlukan solusi *monitoring* yang dapat membantu pengguna mengidentifikasi dan mengoptimalkan penggunaan listrik mereka. Pengembangan sistem *monitoring* berbasis IC STPM32 menjadi salah satu solusi untuk menghadapi tantangan tersebut.

Penelitian ini mengembangkan *firmware* untuk prototipe energi meter berbasis IC STPM32 yang mampu mengukur parameter listrik seperti tegangan *Root Mean Square* (RMS), arus RMS, daya aktif, daya reaktif, dan energi aktif dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler. *Firmware* dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Arduino dan berkomunikasi dengan IC STPM32 melalui protokol *Serial Peripheral Interface* (SPI). Sistem dikalibrasi menggunakan STPM3X *Evaluation Software* dengan bantuan alat referensi PM100 *single-phase power analyzer* untuk memastikan akurasi pengukuran, serta dilengkapi tampilan *Organic Light-Emitting Diode* (OLED) dan fitur penyimpanan data *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) untuk pemulihan data saat daya terputus. Pengujian dan verifikasi energi meter dilakukan dengan mengacu kepada standar nasional dan internasional seperti *International Electrotechnical Commission* (IEC) dan dokumen rekomendasi *Organisation Internationale de Mètrologie Lègale* (OIML).

Hasil pengujian menunjukkan prototipe berhasil memenuhi standar kWh meter Kelas 2. Pada pengujian tanpa beban, prototipe tidak mengeluarkan pulsa energi selama 60 menit. Pengujian arus mula menghasilkan rata-rata *error* 0,778%. Pengujian variasi arus dalam berbagai kondisi beban dan faktor daya menghasilkan rata-rata *error* 0,45%. Pengujian register menunjukkan *error* 0,091% yang jauh di bawah Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) yang ditetapkan oleh regulasi. Sistem yang dikembangkan berhasil menerapkan fitur *monitoring* parameter listrik yang akurat dan penyimpanan data yang reliabel.

Kata kunci : Energi meter, IC STPM32, *Firmware*, Kalibrasi, Sistem *monitoring*

ABSTRACT

The increasing electricity consumption in Indonesia, reaching 1.337 MWh per capita in 2023, drives the need for more efficient energy monitoring systems. With 80% of energy waste attributed to human factors, there is a critical need for monitoring solutions that can help users identify and optimize their electricity usage. The development of an STPM32 IC-based monitoring system presents a solution to address these challenges.

This research develops firmware for an energy meter prototype using the STPM32 IC to measure electrical parameters such as Root Mean Square (RMS) voltage, RMS current, active power, reactive power, and active energy, with ESP32 serving as the microcontroller. firmware is developed using the Arduino programming language and communicates with the STPM32 IC through Serial Peripheral Interface (SPI) protocol. The system is calibrated using STPM3X Evaluation Software alongside a PM100 single-phase power analyzer as reference equipment to ensure measurement accuracy, and features an Organic Light-Emitting Diode (OLED) display and Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM) data storage for data recovery during power outages. Testing and verification of the energy meter follow national and international standards, including the International Electrotechnical Commission (IEC) and Organisation Internationale de M'etrologie L'egale (OIML) recommendations.

Test results demonstrate that the prototype successfully meets Class 2 kWh meter standards. In no-load testing, the prototype showed no energy pulse output over 60 minutes. Starting current tests yielded an average error of 0.778%. Current variation testing under various load conditions resulted in an average error of 0.45%. Register testing showed an error of 0.091%, well below the Maximum Permissible Error (MPE) set by regulations. The developed system successfully implements accurate electrical parameter monitoring and reliable data storage features.

Keywords : Energy meter, STPM32 IC, Firmware, Calibration, Monitoring system