

## RANCANG BANGUN SISTEM PENCATATAN KWH METER BERBASIS WEB

Oleh : Sindung Hadwi Widi Sasono  
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang  
E-mail : ssindung@gmail.com

### Abstrak

Energi listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial, maupun dalam kehidupan sehari-hari rumah tangga. Peningkatan jumlah pelanggan mengarah pada peningkatan tingkat konsumsi listrik. Hal ini disebabkan karena semakin banyak individu yang membutuhkan unit listrik dalam jumlah besar maka konsumsi juga semakin meningkat. Tetapi pelanggan listrik seringkali tidak menyadari adanya kenaikan konsumsi daya pada rumah mereka. Sehingga diperlukan suatu teknologi yang dapat mengatasi masalah tersebut. Penelitian Rancang Bangun Pencatatan KWH Meter Berbasis Web dilakukan menggunakan sensor PZEM-004T, NodeMCU ESP8266, NodeMCU ES32, LoRa SX1728, LCD 20x4, RTC DS3231, LED, dan Buzzer. Komponen\_komponen tersebut mengolah arus, tegangan, daya, dan energi kemudian dikirimkan ke website. Ketika hasil pembacaan sensor daya melewati batas maksimum yang ditentukan, buzzer akan berbunyi dan LED akan berkedip. Dalam pengujian akurasi sensor didapatkan nilai kesalahan pembacaan tegangan sebesar 0,25%, nilai kesalahan pembacaan arus sebesar 4,75%, nilai kesalahan pembacaan daya sebesar 1,625%, dan nilai kesalahan pembacaan energi sebesar 9,85%. Dalam pengujian transmisi data didapatkan nilai delay sebesar 52,7613 milidetik, nilai RSSI sebesar -118,548 dBm, dan nilai packet loss sebesar -0,347697368.

**Kata kunci:** KWH Meter, ESP8266, Sensor PZEM-004T.

### Abstract

Electrical energy is a very important source of energy for human life, both for industrial activities, commercial activities, and in everyday household life. An increase in the number of customers leads to an increase in the level of electricity consumption. This is because more and more individuals require large amounts of electricity, the higher the consumption. But electricity customers are often not aware of the increase in power consumption in their homes. So we need a technology that can solve this problem. Therefore, the research was made of a Website-Based Monitoring System for Electricity Usage in Housing Area with components such as PZEM-004T sensor, NodeMCU ESP8266, NodeMCU ES32, LoRa SX1728, 20x4 LCD, RTC DS3231, LED, and Buzzer. These components process current, voltage, power, and energy then send it to the website. When the power sensor reading exceeds the specified maximum limit, the buzzer will sound and the LED will flash. In testing the sensor accuracy, the voltage reading error value is 0.25%, the current reading error value is 4.75%, the power reading error value is 1.625%, and the energy reading error value is 9.85%. In testing the data transmission, the delay value is 52.7613 milliseconds, the RSSI value is -118.548 dBm, and the packet loss value is -0.347697368.

**Keywords:** KWH Meter, ESP8266, Sensor PZEM-004T

### 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial, maupun dalam kehidupan sehari-hari rumah tangga. International Energy Agency (IEA) menyebutkan bahwa energi, terutama listrik, memainkan peran yang amat penting dalam mendukung pembangunan sosial ekonomi di suatu negara (International Energy Agency, 2010). Pemakaian energi

listrik akan terus mengalami peningkatan karena penambahan jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, serta peningkatan berbagai aktivitas dan penggunaan sarana kehidupan yang membutuhkan listrik. Peningkatan jumlah pelanggan mengarah pada peningkatan tingkat konsumsi listrik, karena semakin banyak individu yang membutuhkan unit listrik dalam jumlah besar, maka konsumsi juga semakin meningkat dikarenakan saat jumlah pelanggan bertambah penggunaan akan

barang-barang elektronik juga akan meningkat. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi listrik di Indonesia yaitu harga listrik, pendapatan, dan jumlah pelanggan. Listrik merupakan barang normal yang telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat. Secara normal, perubahan pendapatan memiliki pengaruh terhadap konsumsi barang-barang dan jasa.

Dari data Badan Pusat Statistik (BPS), pengelompokan pelanggan dibagi menjadi sosial, rumah tangga, bisnis, industri, dan publik. Pelanggan Perusahaan Listrik Negara (PLN) pada tahun 2018 dan 2019 mengalami kenaikan, salah satunya pada kelompok rumah tangga. Pada tahun 2018, jumlah pelanggan rumah tangga sekitar 66.160.140 pelanggan. Sedangkan pada tahun 2019, jumlah pelanggan rumah tangga sekitar 69.702.979 pelanggan. Konsumsi listrik di Indonesia per kapita setiap tahunnya juga akan bertambah. Konsumsi listrik pada tahun 2018 sekitar 1,06 MWH/kapita, tahun 2019 sekitar 1,08 MWH/kapita, dan pada tahun 2020 sekitar 1,09 MWH

Pelanggan seringkali tidak menyadari adanya kenaikan konsumsi daya pada rumah mereka. Terkadang, tagihan listrik melonjak drastis tanpa mereka sadari. Dari permasalahan tersebut diperlukan suatu teknologi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuat Rancang Bangun Sistem Pencatatan KWH Meter yang dapat diakses melalui *website*. Tampilan pada *website* akan menginformasikan tegangan, arus, daya, biaya pengeluaran, dan energi listrik berdasarkan data dari meteran listrik untuk dilakukan secara *real time* yang dapat dimonitoring kapan saja dan dimana saja asalkan terkoneksi dengan jaringan internet.

## 2. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terkait dengan penelitian ini diantaranya laporan proyek yang berjudul “*Monitoring Daya Rumah atau Industri Berbasis IoT*” (Salsabila,

Rizaldi, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk memantau penggunaan daya pada peralatan listrik rumah tangga sehingga mampu memanajemen penggunaan listrik dengan baik. Dalam proyek tersebut, alat *monitoring* daya menggunakan input Modul PZEM-004T untuk membaca tegangan dan arus listrik yang kemudian diolah oleh mikrokontroler NodeMCU sehingga memperoleh data berupa nilai tegangan, arus, daya, energi, dan pembiayaan. Hasil data tersebut akan ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke *smartphone* dengan internet. Alat ini juga dilengkapi dengan relay yang berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan listrik. Adapun kekurangan dari laporan proyek ini adalah hasil *monitoring* hanya bisa dilihat lewat aplikasi *smartphone* saja sehingga *user* harus memasang aplikasi terlebih dahulu dan tidak bisa melihat di perangkat lain seperti laptop atau komputer.

Selanjutnya penelitian berjudul “*Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things*” (Tukadi et al., 2019). Sistem yang dibangun pada penelitian ini terdiri dari sensor arus ina219 yang berfungsi untuk merubah besaran arus listrik ke dalam tegangan listrik (*voltage*). Besaran *voltage* ini sebagai masukan data kedalam mikrokontroler karena besaran sudah berupa kode biner atau digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Data diolah jadi informasi berfungsi untuk mengetahui pemakaian listrik yang sedang terpakai. Mikrokontroler adalah alat yang bertugas sebagai pusat kendali, berfungsi untuk mengolah data, melakukan fungsi perhitungan, *monitoring*, dan mengontrol perangkat yang terhubung. *Power Source* berfungsi untuk memberikan sumber tenaga agar alat tersebut dalam bekerja. Kekurangan penelitian ini adalah pengguna tidak bisa *me-monitoring* dengan jarak jauh karena *monitoring* menggunakan laptop atau *personal computer*.

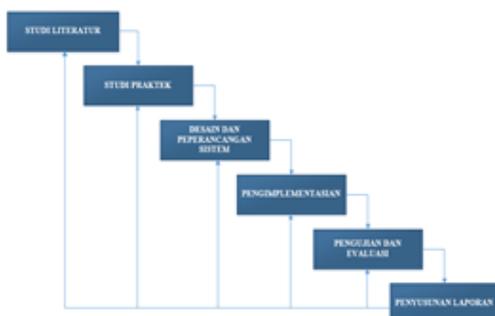
Ketiga, penelitian berjudul “*Rancang Bangun Pemantauan Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)*”

(Rahmaniyah & Ariyanti, 2021). Dalam penelitian ini rancang bangun menggunakan beberapa komponen elektronika yaitu sensor PZEM-004T, LCD 2x16, Wemos D1 Mini, MCB, dan *buzzer*. Komponen tersebut mengolah arus, tegangan, daya, dan KWh yang dikeluarkan untuk dikalkulasikan dimana informasi tersebut akan disampaikan melalui sebuah *website* yang bisa dilihat dimana saja dan kapan saja. Kekurangan dari penelitian ini ialah penelitian ini menggunakan Wemos D1 Mini sehingga jangkauan dari sistem ini tidak bisa lebih jauh dari 50 meter.

Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, belum ada yang menerapkan protokol LoRaWAN sebagai metode pengiriman dan penerimaan data antar perangkat dalam sistem secara jarak jauh, dimana LoRaWAN merupakan protokol jaringan untuk device LoRa yang memiliki kemampuan enkripsi data untuk membangun jaringan wireless yang aman. Selain itu, dengan menggunakan LoRaWAN, maka jarak jangkauan antar perangkat bisa lebih jauh. Pada *gateway* yang ada di Politeknik Negeri Semarang, saat kondisi *loss* jarak jangkauan 10- 15km. Saat kondisi *end loss*, maka jarak jangkauan hanya sampai maksimal 5 km.

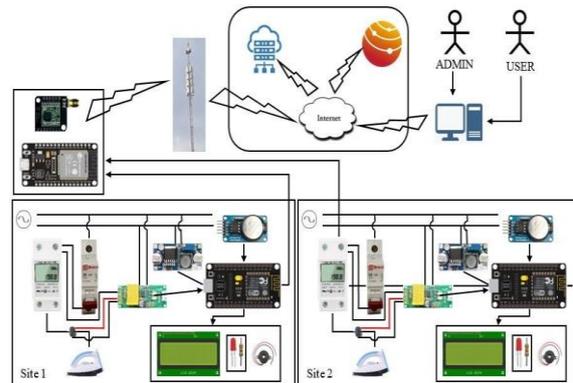
### 3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode *waterfall* yang terdiri dari studi literatur, perancangan sistem, pembuatan alat, uji coba di laboratorium, perbaikan sistem, uji coba di lingkungan perumahan.



Gambar 1. Metode Penelitian

Sistem yang dibuat terdiri dari 2 perangkat node dan 1 koordinator, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Rancang Bangun Pencatatan KWH Meter

Sistem ini dapat memantau daya hasil meteran listrik pada dua rumah secara *real-time* dan jarak jauh dengan melalui tampilan *website* yang dapat dilihat dari PC maupun *smartphone* yang terbagi menjadi halaman admin dan halaman *user*. Selain daya, sistem ini dapat memonitoring tegangan, arus, energi, dan frekuensi pada meteran listrik. Setiap perangkat *node*, Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat program untuk mengendalikan seluruh perangkat keras. Modul PZEM-004T digunakan sebagai input untuk mengukur tegangan dan arus yang digunakan pada meteran listrik. Nilai tegangan dan arus tersebut kemudian dikonversikan oleh Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mendapatkan nilai tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan pembiayaan penggunaan listrik. RTC DS3231 akan mengkonversikan data waktu dan tanggal ke Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

Data nilai pembacaan sensor yang terkumpul di Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 kemudia akan ditampilkan pada LCD 20x4. Apabila hasil daya penggunaan listrik terdeteksi melebihi nilai *setpoint* atau daya maksimal, maka indikator LED merah akan berkedip dan alarm *buzzer* akan aktif sebagai penanda. Sedangkan, jika indikator LED merah tidak berkedip, maka menandakan system berjalan dan hasil ukur

daya penggunaan listrik masih terpantau jauh dari nilai *setpoint*.

Untuk sistem *monitoring* dengan jarak jauh dengan proses data nilai pembacaan sensor yang terkumpul pada Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 setiap perangkat *node* akan dikirimkan ke *gateway*, kemudian data nilai pembacaan sensor akan diterima oleh Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan diteruskan LoRa RFM 95 96. Untuk pengiriman data dari perangkat *node* 1 maupun *node* 2 ke perangkat koordinator setiap satu jam sekali, dengan selang waktu antara perangkat *node* 1 dan *node* 2 adalah 30 menit. Nilai pembacaan sensor tersebut nantinya dikirimkan ke *website* Antares menggunakan LoRa *gateway* Polines. Frekuensi dari LoRa RFM 95 96 mengikuti frekuensi dari LoRa *gateway* Polines, yaitu 915 MHz.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini perangkat node 1 dan 2 ditempatkan pada laboratorium Telkom Timur dengan ruang yang berbeda, sedangkan Node koordinator ditempatkan pada laboratorium Telkom Barat.



Gambar 3. Node1 dan Node2



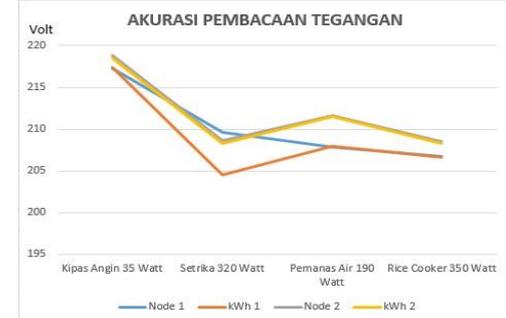
Gambar 4. Node Koordinator

#### 4.1. Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian sensor dilakukan dengan pemberian empat beban dalam setiap beban diberi waktu 4 x 5 menit. Tabel 1 menunjukkan hasil pembacaan tegangan, tabel 2 menunjukkan hasil pembacaan arus, tabel 3 menunjukkan hasil pembacaan daya, dan tabel 4 menunjukkan hasil pembacaan energi.

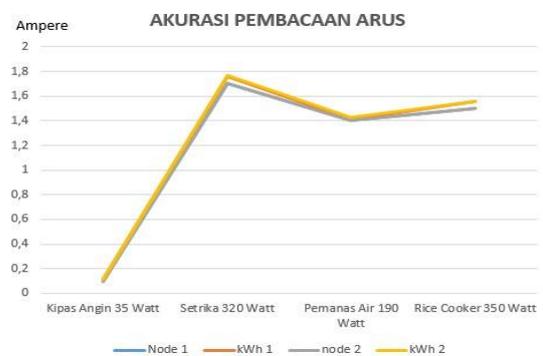
Tabel 1. Hasil Uji Pembacaan Tegangan Pada Sensor PZEM-004T

Beban	V <sub>ukur</sub> (V)	V <sub>node 1</sub> (V)	V <sub>ukur</sub> (V)	V <sub>node 2</sub> (V)
Kipas Angin 35 Watt	217,28	217,38	218,8	218,54
Setrika 320 Watt	209,68	204,48	208,58	208,26
Pemanas Air 190 Watt	207,82	208	211,62	211,48
Rice Cooker 350 Watt	206,72	206,68	208,52	208,26
Rata-rata	210,375	209,135	211,88	211,635



Gambar 5. Grafik Hasil Perhitungan Akurasi Tegangan Sensor PZEM-004T

Tabel 2. Hasil Uji Pembacaan Arus Pada Sensor PZEM-004T



Gambar 6. Grafik Hasil Perhitungan Akurasi Arus Sensor PZEM-004T

Tabel 3. Hasil Uji Pembacaan Daya Pada Sensor PZEM-004T

Beban	P <sub>ukur</sub> (Watt)	P <sub>node 1</sub> (Watt)	P <sub>ukur</sub> (Watt)	P <sub>node 2</sub> (Watt)
Kipas Angin 35 Watt	23,1	23,1	24,2	23,98
Setrika 320 Watt	336,52	359,7	365,82	369,16
Pemanas Air 190 Watt	291,82	294,18	299,44	301,94
Rice Cooker 350 Watt	319,1	321,46	320,94	323,76
Rata-rata	242,635	249,61	252,6	254,71



Gambar 7. Grafik Hasil Perhitungan Akurasi Daya Sensor PZEM-004T

Tabel 4. Hasil Uji Pembacaan Energi Pada Sensor PZEM-004T

Beban	W <sub>ukur</sub> (kWh)	W <sub>node 1</sub> (kWh)	W <sub>ukur</sub> (kWh)	W <sub>node 2</sub> (kWh)
Kipas Angin 35 Watt	0,5	0,418	0,2	0,202
Setrika 320 Watt	0,5	0,448	0,2	0,224
Pemanas Air 190 Watt	0,58	0,528	0,26	0,292
Rice Cooker 350 Watt	0,66	0,634	0,36	0,412
Rata-rata	0,56	0,507	0,255	0,2825



Gambar 8. Grafik Hasil Perhitungan Akurasi Energi Sensor PZEM-004T

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian alat maupun sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Sistem *monitoring* penggunaan daya listrik pada perumahan berbasis *website* berhasil dibuat dan sesuai dengan yang diharapkan.
- 2) Berikut adalah hasil pengujian sistem *monitoring* penggunaan daya listrik pada perumahan berbasis *website*.
  - a. Pada pengujian sensor PZEM-004T, rata-rata nilai kesalahan pembacaan tegangan pada perangkat *node* adalah 0,25%.
  - b. Pada pengujian sensor PZEM-004T, rata-rata nilai kesalahan pembacaan arus pada perangkat *node* adalah 4,75%.
  - c. Pada pengujian sensor PZEM-004T, rata-rata nilai kesalahan pembacaan daya pada perangkat *node* adalah 1,625%.
  - d. Pada pengujian sensor PZEM-004T, rata-rata nilai kesalahan pembacaan energi pada perangkat *node* adalah 9,85%.
  - e. Pada pengujian *delay*, didapatkan nilai rata-rata *delay* sebesar 52,715 milidetik. Nilai rata-rata *delay* yang didapatkan < 150 milidetik dalam artian, nilai *delay* tersebut tergolong kategori sangat bagus menurut standar ETSI 1999-2006.
  - f. Pada pengujian RSSI, didapatkan nilai rata-rata RSSI sebesar -118,57 dBm. Nilai rata-rata RSSI yang didapatkan > 100 dbm dalam artian, nilai RSSI tersebut tergolong kategori buruk menurut standar ETSI 1999-2006.
  - g. Pada pengujian *packet loss*, didapatkan nilai rata-rata *packet loss* sebesar 35%. Nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan > 25% dalam artian, nilai *packet loss* tersebut tergolong kategori jelek menurut standar ETSI 1999-2006.

- h. Dari data hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, sistem *monitoring* dapat menjadi solusi yang tepat agar masyarakat bisa menggunakan listrik dengan hemat dan efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

Adelantado, F., Vilajosana, X., Tuset-Peiro, P., Martinez, B., & Melia, J. (2016). Understanding the limits of LoRaWAN. *Proceedings of the 2016 International Conference on Embedded Wireless Systems and Networks, September*, 8–12. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2893711.2893802>

Aldion Amirrul, E. (2020). *Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique Berbasis IoT*. Universitas 17 Agustus 1945.

Amrin, Larasati, M. D., & Satriadi, I. (2020). Model Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Nilai Pada SMP Kartika XI-3 Jakarta Timur. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, VI(1). <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>

Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. M. (2016). A study of Lora: Long range & low power networks for the internet of things. *Sensors*, 16(9), 1–18. <https://doi.org/10.3390/s16091466>

Campbell, A., Coulson, G., & Hutchison, D. (2001). A Quality of Service Architecture. *IEEE International Conference on Networks, ICON*, 338–343. <https://doi.org/10.1109/ICON.2001.962364>

Furqon, A., Prasetijo, A. B., & Widiyanto, E. D. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 18(02), 93–104. <https://doi.org/10.31358/techne.v18i02.202>

International Energy Agency. (2010). *World Energy Outlook 2010*.

Kurniawan, A. (2020). *Jarang di Rumah, Tagihan Listrik Malah Melonjak*. JawaPos.Com.

<https://www.jawapos.com/nasional/13/06/2020/jarang-di-rumah-tagihan-listrik-malah-melonjak/>

Rahmaniyah, M., & Ariyanti, S. R. (2021). *Rancang Bangun Pemantauan Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)*. Politeknik Negeri Semarang.

Seller, O. B. A., & Sornin, N. (2016). *Low Power Long Range Transmitter*. <https://patentimages.storage.googleapis.com/d3/7f/b1/66978013a6d7c6/US9252834.pdf>

Tukadi, Widodo, W., Ruswiensari, M., & Qomar, A. (2019). Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII 2019*, 581–586. <https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/659/468>

Wicaksono, M. F. (2017). Implementasi Modul WiFi NodeMCU ESP8266 Untuk Smart Home. *Jurnal Teknik Komputer Unikom*, 6. <https://repository.unikom.ac.id/52451/1/1.komputika-vol6-m-fajar-w.pdf>

Willems, J. L. (2004). Reflections on apparent power and power factor in nonsinusoidal and polyphase situations. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 19(2), 835–840. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2003.823182>