

Smart Metering Konsumsi Daya Listrik Berbasis IoT dengan Pencatat Data *Spreadsheet* dan Notifikasi Telegram

**CECEP SULAEMAN, GINULUR FARHANDIKA M., ATEP MUHAMAD RIZKI,
DINI FAUZIAH**

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: cecepsulaeman1201@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Smart Metering Konsumsi Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) dengan sistem pencatatan yang terintegrasi dengan spreadsheet dan telegram adalah sistem monitoring dan kontrol daya listrik jarak jauh yang memanfaatkan teknologi IoT. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau parameter-parameter konsumsi listrik meliputi tegangan, arus, daya, energi, dan biaya dari jarak jauh secara real-time. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu dengan menggunakan metode kuantitatif. Data yang dihasilkan oleh sistem dapat diakses melalui tampilan local host, google spreadsheet dan Telegram, sehingga pengguna dapat memantau konsumsi daya listrik dengan mudah dan cepat. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur konsumsi daya listrik dan mengirimkan data ke server melalui jaringan internet. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat memonitor penggunaan daya listrik dan mengurangi biaya tagihan listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe memiliki nilai error rata-rata tegangan sebesar 0,33%, error rata-rata arus 8,14%, error rata-rata daya 4,90%, dan error rata-rata energi 6,02%.

Kata kunci: Smart Metering, IoT, Telegram, Google Spreadsheet, Local Host

ABSTRACT

Smart Metering of Electric Power Consumption Based on Internet of Things (IoT) with a recording system integrated with spreadsheets and telegrams is a remote electric power monitoring and control system that utilises IoT technology. This system allows users to monitor electricity consumption parameters including voltage, current, power, energy, and cost remotely in real-time. The method used in data collection is to use quantitative methods. The data generated by the system can be accessed through the local host display, google spreadsheet and Telegram, so that users can monitor electricity consumption easily and quickly. This system uses sensors to measure electric power consumption and send data to the server via the internet network. With this system, users can monitor the use of electric power and reduce the cost of electricity bills. The results show that the prototype has an average voltage error value of 0.33%, an average current error of 8.14%, an average power error of 4.90%, and an average energy error of 6.02%.

Keywords: Smart Metering, IoT, Telegram, Google Spreadsheet, Local Host

1. PENDAHULUAN

Penggunaan alat untuk mengukur daya listrik saat ini hanya menggunakan alat ukur kWh meter yang telah didistribusikan dari pihak PLN. Penggunaan alat ini tidak bisa menunjukkan informasi mengenai penggunaan daya besar atau kecil pada masyarakat, sehingga terjadi pemborosan penggunaan daya listrik karena tidak adanya pengawasan secara langsung terhadap pemakaian listrik **(Widodo, Kholis, & Rakhmawati, 2022)**.

Untuk mengatur pemakaian daya listrik di rumah tidak sebatas dengan menggunakan alat kWh meter saja, karena alat kWh meter hanya memantau dan membatasi pemakaian daya listrik secara keseluruhan di rumah masing – masing. Untuk menghemat pemakaian daya listrik diperlukan kesadaran pengguna mematikan perangkat kelistrikan yang jarang dipakai agar dapat menghemat pemakaian listrik **(Subekti & Akhyari, 2013)**.

Sistem monitoring merupakan sistem yang digunakan sebagai pengecekan, pengawasan, dan pengontrolan jalan atau tidaknya sebuah perangkat. Sistem monitoring penggunaan energi listrik merupakan aktivitas melakukan pengecekan data, dapat berupa arus, tegangan, dan daya listrik **(Nusa, Sompie, & Rumbayan, 2015)**. Penggunaan energi listrik pada peralatan elektronik sehari-hari dapat mengakibatkan kenaikan tagihan listrik yang sangat pesat **(Pangestu, Ardianto, & Alfaresi, 2019)**.

Akibatnya terjadi penurunan performa pada energi serta penurunan kualitas energi listrik itu sendiri kecuali dilakukan langkah untuk memonitor penggunaan energi listrik dengan tujuan menumbuhkan kesadaran menghemat energi sehingga dapat mengurangi penggunaan energi listrik sehari-hari. Sampai saat ini dalam monitoring penggunaan listrik masih dilakukan secara manual, dengan harus melihat langsung ke lokasi tempat alat ukur yang dipasang sehingga dirasa kurang efisien dan kurang praktis **(Dinata & Sunanda, 2015)**.

Masalah konsumsi listrik di masyarakat masih terjadi, beberapa masyarakat tidak mengetahui secara detail konsumsi daya yang mereka gunakan. Sehingga pengguna merasa penggunaan daya listriknya merasa boros. Besar daya yang keluar dipengaruhi adanya beban besar daya listrik pada peralatan listrik. Bisa saja beban daya listrik yang tidak terlalu besar tapi di pengaruhi penggunaannya sangat lama atau beban listrik yang besar tapi penggunaannya sebentar **(Prayitno, Palupiningsih, & Agtriadi, 2019)**.

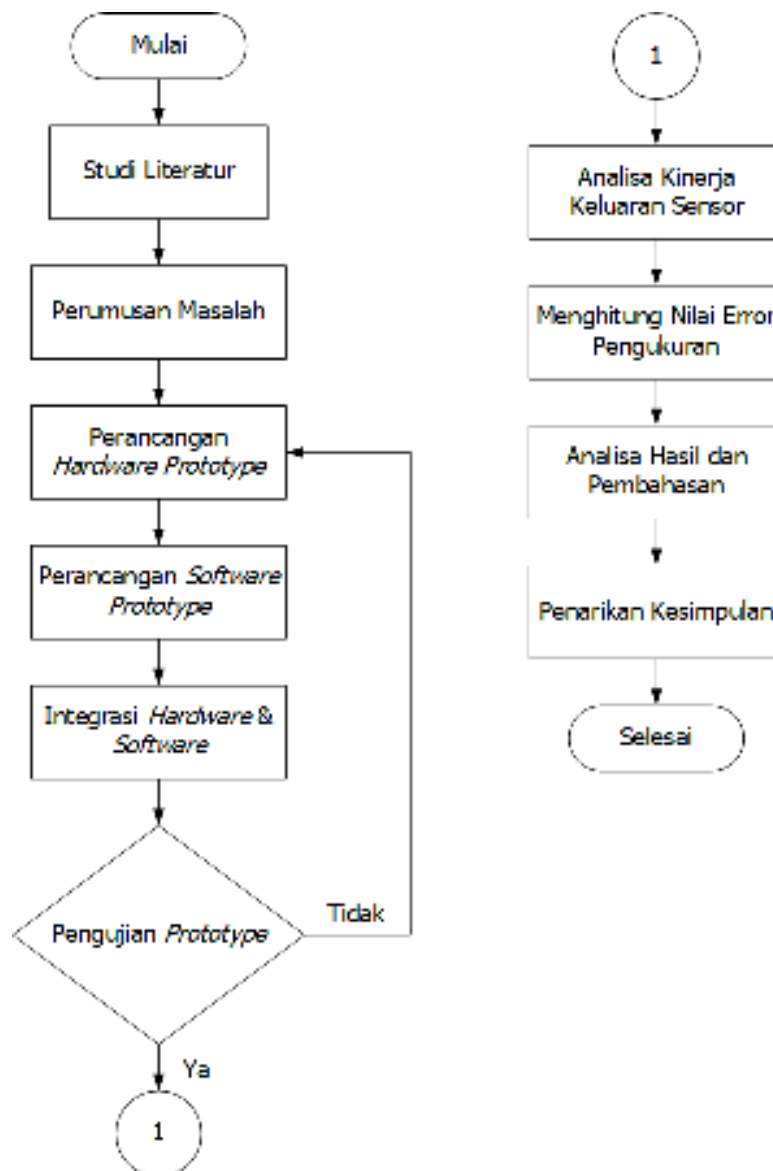
Selain itu, masalah pengukuran listrik sebagaimana yang diungkapkan oleh **(Supegina & Setiawan, 2017)** menyatakan bahwa pengukuran konsumsi daya biasanya masih dilakukan secara pencatatan atau manual, sehingga data yang di dapat tidak bisa diperoleh setiap saat dan bahkan hasilnya sangat lama, masalah seperti pengukuran listrik sebagaimana yang diungkapkan oleh **(Pela & Pramudita, 2021)** menyatakan apabila penggunaan daya listrik tidak terkontrol sehingga menimbulkan tagihan pada masyarakat sangat tinggi atau melonjak tagihan listriknya.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dibutuhkan alat yang bisa menampilkan dan memantau penggunaan daya listrik di rumah, yang bisa diakses jarak jauh. Dengan sistem ini bisa mempermudah masyarakat sebagai pengguna untuk memantau daya listrik dari setiap peralatan elektronik. Oleh karena itu, dibutuhkan alat untuk memonitoring penggunaan daya listrik secara langsung yang dapat dipantau dari jarak jauh melalui sistem IoT.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

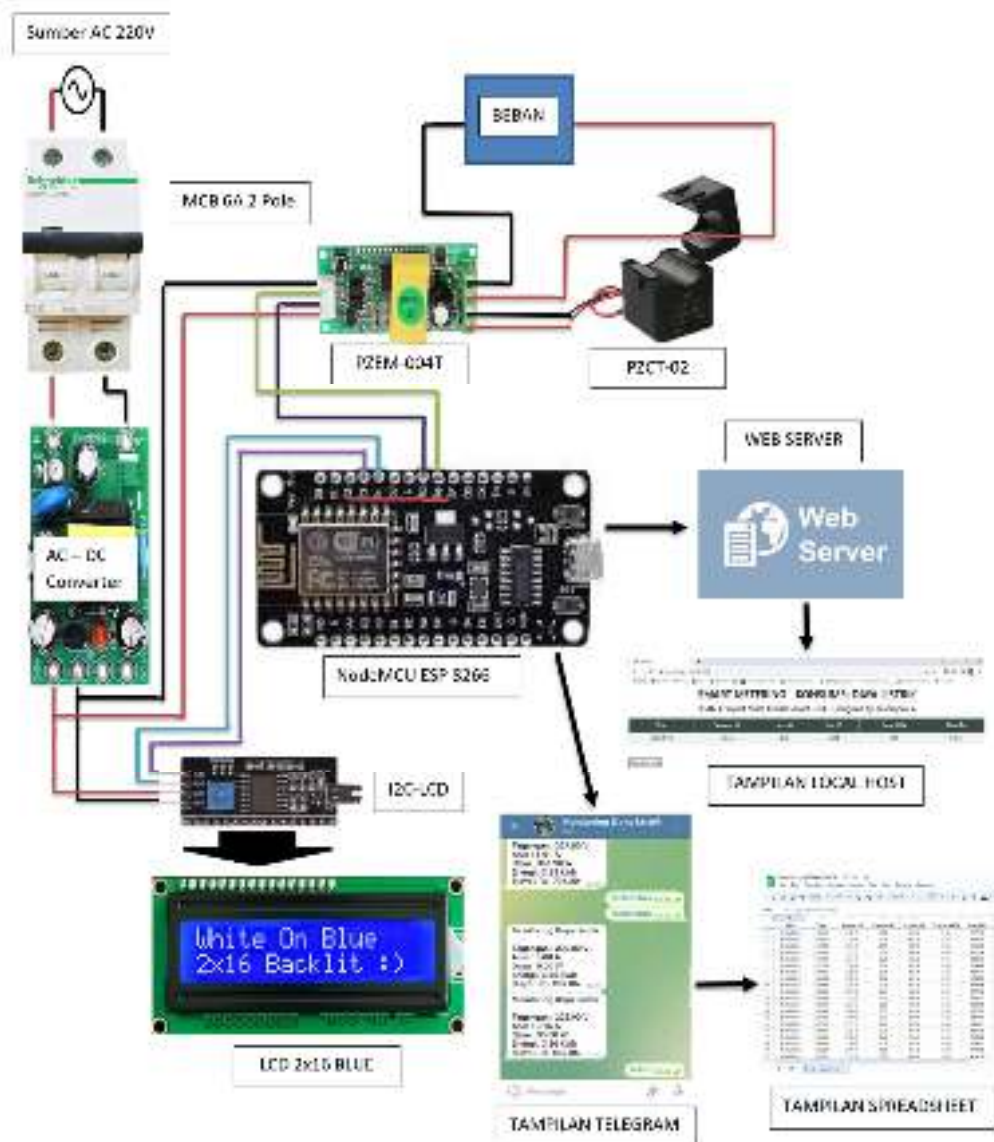
Pada gambar diagram alir di bawah menjelaskan sistem kerja pada pembuatan alat sistem monitoring daya berbasis IoT. Dengan input tegangan AC 220 V dan *output* DC 5 V yang akan menjalankan sistem, mikrokontroler ESP8266 akan menjalankan semua sensor sesuai perintah pada program, dimana sensor PZEM-004T akan bekerja mengeluarkan data-data pembacaan pengukuran seperti arus, tegangan, daya, energi, dan biaya. Data-data pembacaan pengukuran akan ditampilkan pada LCD yang di pasang di perangkat alat sistem monitoring daya berbasis IoT. Tidak hanya menampilkan pembacaan data-data pembacaan pengukuran, LCD ini juga akan menampilkan *IP (internet protocol)*, *IP* ini sebagai alamat untuk menggunakan *web server*, yang bisa diakses menggunakan laptop atau *handphone* yang berfungsi untuk memonitoring data-data pembacaan pengukuran tegangan, arus, daya, energi, dan biaya secara lokal. Gambar 1 menunjukkan diagram alir perancangan alat *smart metering* konsumsi daya listrik berbasis IoT.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

2.2 Diagram Perancangan

Gambar 2 dibawah menunjukkan sistem pengukuran pada prototipe menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, daya, energi, dan biaya dengan dibantu oleh PZCT-02 *clamp* sensor. PZCT-02 ini merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus dengan prinsip transformator arus (*current transformer*). Adapun hasil pengukuran-pengukuran tersebut di olah di dalam mikrokontroler ESP8266, *output* dari data yang telah diukur oleh sensor tersebut akan ditampilkan di LCD dan dikirimkan dari ESP8266 yang terintegrasi melalui jaringan *Wi-Fi* agar dapat ditampilkan pada *web browser* (*Dashboard IoT*), *telegram*, dan *google spreadsheet* agar dapat dimonitoring secara langsung.



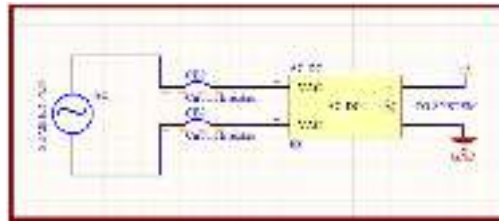
Gambar 2. Diagram Perancangan

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilaksanakan secara bertahap agar dalam proses pengambilan data berjalan dengan baik dan benar.

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

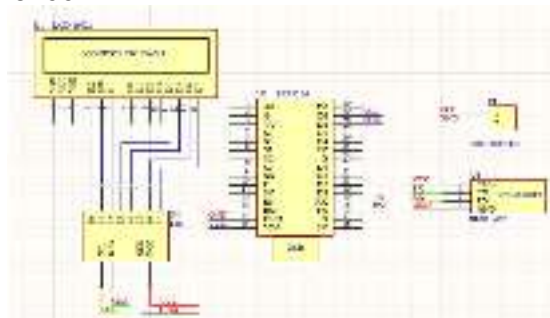
a. Rangkaian *Power*



Gambar 3. Rangkaian *Power*

Gambar 3 merupakan rangkaian *power supply* dengan input 220 VAC yang menghasilkan *output* 5 VDC untuk mensuplai sensor PZEM-004T, ESP8266 dan LCD. Selain itu rangkaian ini juga terhubung dengan sumber tegangan AC lalu MCB yang berfungsi sebagai pengaman.

b. Rangkaian Kontrol ESP8266



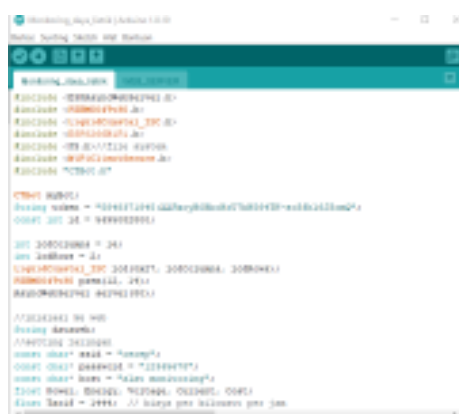
Gambar 4. Rangkaian Sistem Kontrol ESP8266 V3

Gambar 4 merupakan rangkaian sistem kontrol yang menghubungkan mikrokontroler dengan sensor dan *output* berupa LCD.

2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

a. Pemrograman Mikrokontroler

Prototipe ini diprogram menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrogramannya yang digunakan yaitu Bahasa C. Tampilan Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Arduino IDE

b. Perancangan Desain *Dashboard* Monitoring pada *Platform IoT*

Perancangan desain menggunakan *web server* yang *simple* dan sederhana, perancangan ini digunakan untuk *output* data atau parameter pengukuran dan nilai masing-masing pengukuran tersebut. Adapun tampilan dari *dashboard* monitoring pada *web server* ditunjukkan pada Gambar 6 berikut :



Gambar 6. Tampilan Monitoring *Prototype*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Rancangan

Perancangan alat terdiri dari beberapa komponen penyusun seperti ESP8266 sebagai mikrokontroler yang telah terintegrasi secara langsung dengan modul *wifi*, PZEM-004T, Sensor Arus PZCT-02, dan *AC to DC Converter*. Gambar 7 menunjukkan rancangan dan implementasi dari alat sistem monitoring konsumsi daya listrik berbasis *internet of things* (IoT).

a. Rancangan Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT



Gambar 7. Rancangan Alat

b. Implementasi Penggunaan Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT

Implementasi perancangan alat *smart metering* - sistem monitoring daya berbasis IoT yang digunakan untuk mengetahui nilai parameter tegangan, arus, daya, energi dan biaya. Gambar 8 menunjukkan implementasi perancangan alat sistem monitoring daya listrik berbasis IoT.



Gambar 8. Implementasi Perancangan Alat

3.2 Hasil Pengujian

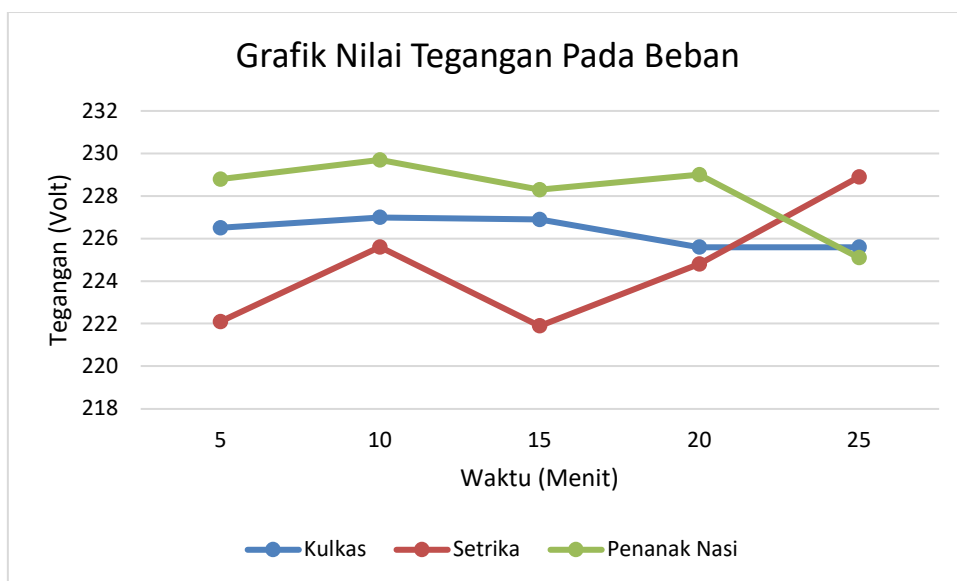
Pembuatan alat *smart metering* - sistem monitoring daya menggunakan sensor PZEM-004T pengujiannya meliputi pengujian fungsional atau uji tiap bagian sensor, dan pengujian kinerja atau unjuk kerja dari sistem monitoring daya yang dibuat. Berikut merupakan jenis beban yang digunakan dalam pengujian alat *smart metering* - sistem monitoring daya yaitu kulkas, setrika, dan penanak nasi. Pada beban tersebut diuji selama waktu 25 menit dengan terhubung masing-masing ke alat *smart metering*.

3.3 Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Pengujian ini dilakukan pada beberapa bagian dari prototipe tersebut. Berikut ini macam-macam pengujian fungsional yang diterapkan pada prototipe :

a) Pengujian Pembacaan Sensor Tegangan

Pengujian pembacaan sensor merupakan pengujian yang paling utama dalam dibandingkan dengan pengujian parameter lain dalam proses pembuatan prototipe ini. Pengujian ini melibatkan pembacaan variabel terukur yaitu variabel tegangan. Pada proses pengujian tegangan, dilakukan pengujian untuk 3 beban yaitu kulkas, setrika, dan penanak nasi. Dengan masing-masing beban dilakukan pengujian selama 25 menit. Gambar 9 menunjukkan grafik nilai tegangan pada beban.



Gambar 9. Grafik Nilai Tegangan pada Beban

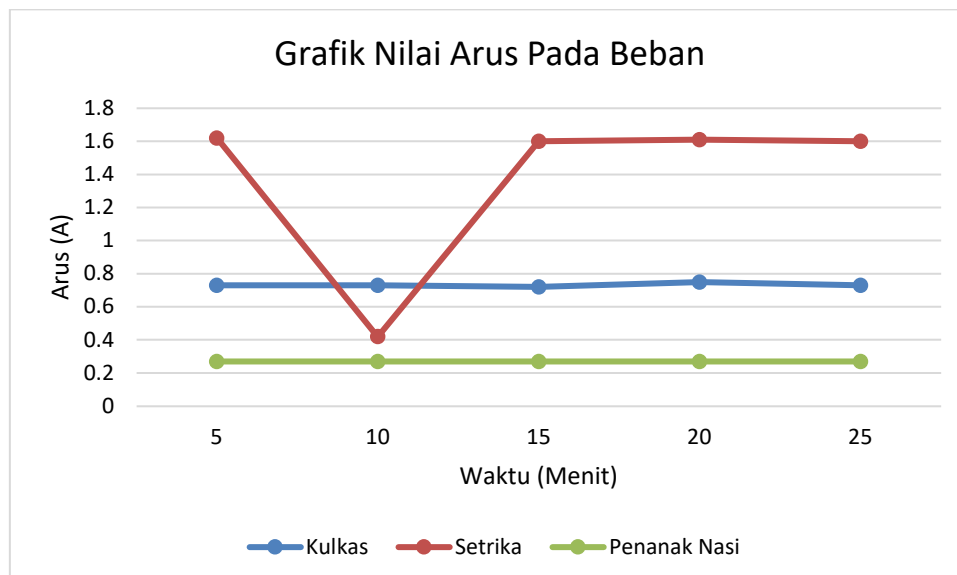
Berdasarkan Tabel 1 dibawah menunjukkan hasil pengujian sensor tegangan dengan beban yang bervariasi. Pengujian pembacaan tegangan ini memiliki persentase *error* dibawah satu persen, karena pengujian pembacaan tegangan yang besar sehingga hasil persentase *error* sangat kecil sehingga data dapat dikatakan valid.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan Pada Beban

Jenis Beban	Tegangan (Volt)		Selisih (Volt)	Error (%)
	Alat Ukur	Prototipe		
Kulkas	227,3	226,5	0,8	0,35
	227,8	227	0,8	0,35
	228,2	226,9	1,3	0,56
	226,5	225,6	0,9	0,39
	225,9	225,6	0,3	0,13
Setrika	223,2	222,1	1,1	0,49
	226,1	225,6	0,5	0,22
	222,6	221,9	0,7	0,31
	225,7	224,8	0,9	0,39
	229,2	228,9	0,3	0,13
Penanak Nasi	229,6	228,8	0,8	0,34
	230,2	229,7	0,5	0,21
	229,5	228,3	1,2	0,52
	229,8	229	0,8	0,34
	225,7	225,1	0,6	0,26
Error rata-rata				0,33

b) Pengujian Pembacaan Arus

Pada proses pengujian nilai arus, dilakukan pengujian untuk 3 beban yaitu kulkas, setrika, dan penanak nasi. Dengan masing-masing beban dilakukan pengujian selama 25 menit. Gambar 11 berikut menunjukkan grafik nilai arus pada beban.



Gambar 11. Grafik Nilai Arus pada Beban

Data dari Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sensor arus dengan beban yang variatif. Pengujian memiliki persentase *error* yang berbeda. Pada saat pengujian ini, ketika

pembacaan arus semakin kecil, maka persentase *error* semakin besar dan apabila arusnya semakin besar maka persentase *error* semakin kecil.

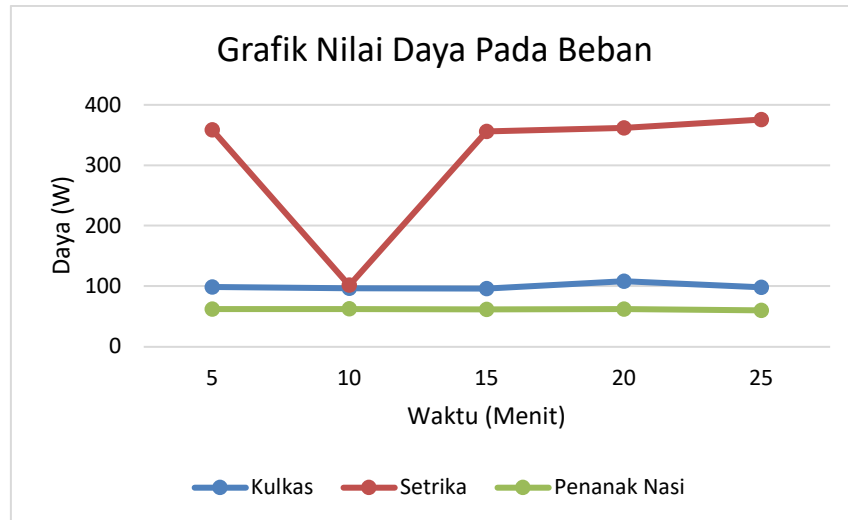
Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Arus Dengan Beban Yang Variatif

Jenis Beban	Arus (Ampere)		Selisih (Ampere)	Error (%)
	Alat Ukur	Prototipe		
Kulkas	0,81	0,73	0,08	9,87
	0,75	0,73	0,02	2,67
	0,78	0,72	0,06	7,69
	0,83	0,75	0,08	9,63
	0,79	0,73	0,06	7,59
Setrika	1,65	1,62	0,03	1,81
	0,46	0,42	0,04	8,69
	1,68	1,6	0,08	4,76
	1,72	1,61	0,11	6,39
	1,69	1,6	0,09	5,32
Penanak Nasi	0,32	0,27	0,05	15,62
	0,32	0,27	0,05	15,62
	0,31	0,27	0,04	12,90
	0,28	0,27	0,01	3,57
	0,3	0,27	0,03	10
Error rata-rata				8,14

c) Pengujian Pembacaan Daya

Pada proses pengujian nilai daya, dilakukan pengujian untuk 3 beban yaitu kulkas, setrika, dan penanak nasi. Dengan masing-masing beban dilakukan pengujian selama 25 menit. Gambar 13 berikut menunjukkan grafik nilai daya pada beban.

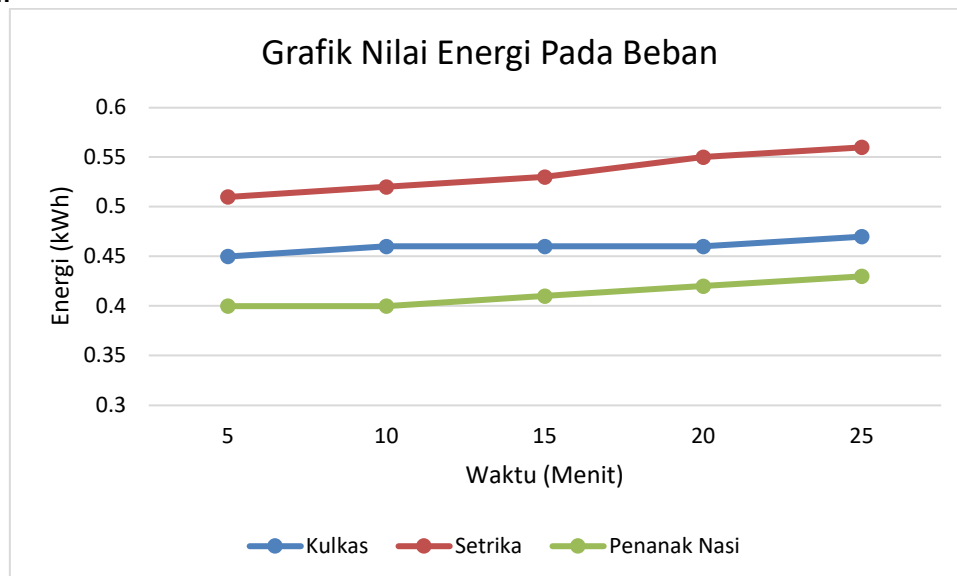
Jenis Beban	Alat Ukur		Daya Perhitungan $P=V \times I$ (Watt)	Daya Pada Prototipe (Watt)	Selisih (Watt)	Error (%)
	Tegangan (V)	Arus (A)				
Kulkas	227,5	0,44	100,1	98,8	1,3	1,29
	227,8	0,43	97,95	96,4	1,55	1,58
	228,1	0,43	98,08	95,9	2,18	2,22
	226,7	0,51	115,61	108,1	7,51	6,49
	224,8	0,47	105,65	98	7,65	7,24
Setrika	223,3	1,63	363,97	358,9	5,07	1,39
	226,1	0,46	104	101,7	2,3	2,21
	222,4	1,61	358,06	355,9	2,16	0,60
	224,2	1,65	369,93	361,9	8,03	2,17
	229,2	1,67	382,76	375,8	6,96	1,81
Penanak Nasi	229,4	0,31	71,11	62,23	8,88	12,48
	229,6	0,31	71,17	62,48	8,69	12,21
	229,7	0,3	68,91	61,64	7,27	10,54
	229,2	0,28	64,17	62,06	2,11	3,28
	225,5	0,29	65,39	60,1	5,29	8,08
Error rata-rata						4,90



Gambar 13. Grafik Nilai Daya pada Beban

d) Pengujian Pembacaan Energi

Pada proses pengujian nilai energi (konsumsi daya), dilakukan pengujian untuk 3 beban yaitu kulkas, setrika, dan penanak nasi. Dengan masing-masing beban dilakukan pengujian selama 25 menit. Gambar 14 berikut menunjukkan grafik nilai energi pada beban.



Gambar 14. Grafik Nilai Energi pada Beban

Data dari Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian energi dengan beban yang variatif. Pengujian memiliki persentase *error* yang berbeda namun nilainya masih di bawah 10 % sehingga data masih dapat dikatakan valid.

Tabel 4. Hasil Pengujian Energi Dengan Beban Yang Variatif

Jenis Beban	Energi (kWh)		Selisih (kWh)	Error (%)
	Alat Ukur	Prototipe		
Kulkas	0,47	0,45	0,02	4,25
	0,51	0,46	0,05	9,80
	0,49	0,46	0,03	6,12
	0,49	0,46	0,03	6,12
	0,52	0,47	0,05	9,61
Setrika	0,54	0,51	0,03	5,55
	0,57	0,52	0,05	8,77
	0,55	0,53	0,02	3,63
	0,56	0,55	0,01	1,78
	0,58	0,56	0,02	3,44
Penanak Nasi	0,42	0,4	0,02	4,76
	0,42	0,4	0,02	4,76
	0,43	0,41	0,02	4,65
	0,46	0,42	0,04	8,69
	0,47	0,43	0,04	8,51
Error rata-rata				6,02

e) Pengujian Pembacaan Data pada *Dashboard Web Server*

Gambar 15 merupakan pengujian pembacaan data pada *dashboard web server* yang dilakukan setiap 1 jam sekali.

Time	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (kWh)	Biaya (Rp)
2023-01-01 10:00:00	212.6	0	0	0.1	151.62

Gambar 15. Dashboard Web Server

f) Hasil *Download* Excel dari *Web Server*

Hasil *download* excel dari *web server* ditunjukkan pada Gambar 16.

	A	B	C	D	E	F
	Time	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (kWh)	Biaya (Rp)
2	2:38:16 PM	217.5	0	0	0.11	153.06
3	2:37:46 PM	215.6	0	0	0.11	153.06
4	2:37:16 PM	214	0	0	0.11	153.06
5	2:36:46 PM	212.6	0	0	0.1	151.62
6	2:36:16 PM	201.2	5.17	1040.81	0.1	145.84
7	2:35:46 PM	200.5	5.16	1033.58	0.09	134.29
8	2:35:16 PM	208.6	0	0	0.09	128.52

Gambar 16. Hasil Download Excel dari Web Server

g) Pengujian Pembacaan Data pada *Telegram Bot*

Gambar 17 merupakan pengujian pembacaan data pada *telegram bot*.



Gambar 17. Pengujian Pembacaan Data pada Telegram Bot

h) Pengujian Pembacaan Data *Logger* pada *Spreadsheet*

Gambar 18 merupakan pengujian data *logger* pada *spreadsheet* yang dilakukan setiap 1 jam sekali.

Gambar 18. Pengujian Pembacaan Data Logger pada Spreadsheet

4. KESIMPULAN

Alat *smart metering* konsumsi daya listrik berbasis IoT dengan pencatat data *spreadsheet* dan notifikasi *telegram* dapat membantu dalam memantau konsumsi listrik secara *real-time* dengan jarak jauh. Alat *smart metering* ini menggunakan platform *web server* yang datanya dapat diunduh dengan format *.xls/Ms.Excel*, notifikasi *telegram*, dan data *logger* menggunakan *spreadsheet*. Kecepatan dan keakuratan pengiriman data pada sistem *smart metering* sangat bergantung pada koneksi internet yang baik. Hasil pengujian perbandingan pembacaan dari prototipe dengan alat ukur didapatkan nilai *error* rata-rata tegangan sebesar 0,33%, nilai *error* rata-rata arus sebesar 8,14%, nilai *error* rata-rata daya sebesar 4,90%, dan nilai *error* rata-rata energi sebesar 6,02%. Pada pengukuran nilai tegangan dan arus, nilai *error* pada prototipe masih tergolong sangat kecil yang berarti prototipe ini sangat baik dalam mengukur besar tegangan dan arus listrik. Oleh karena itu, secara keseluruhan, prototipe ini dapat bekerja dengan baik dan menampilkan nilai yang dihasilkan cukup akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Dinata, I., & Sunanda, W. (2015). Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 83-88.
- Nusa, T., Sompie, S. R., & Rumbayan, M. (2015). Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(5), 19-26.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu ESP8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187-197.
- Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021). Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 47-54.
- Prayitno, B., Palupiningsih, P., & Agtriadi, H. B. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *Jurnal PETIR Vol.12, No.1*, 72-80.
- Subekti, L., & Akhyari, A. M. (2013). Prototipe Sistem Prabayar Energi Listrik untuk Kamar Kost Berbasis Mikrokontroler. 52-61.
- Supegina, F., & Setiawan, E. J. (2017). Rancang Bangun IoT Temperature Controller Untuk Enclosure BTS Berbasis Microcontroller Wemos dan Android. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana, Vol.8, No.2*, 145-150.
- Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase dan Aplikasi. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 51-59.