

**RANCANG BANGUN *SMART ENERGY METER* UNTUK
MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk
memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Wahyudin

E.5051.1705656

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG**

2021

Wahyudin, 2021

**RANCANG BANGUN *SMART ENERGY METER* UNTUK MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK
RUMAH TANGGA BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**RANCANG BANGUN *SMART ENERGY METER* UNTUK
MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Oleh
Wahyudin

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Wahyudin
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2021

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, *difotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Wahyudin, 2021

**RANCANG BANGUN *SMART ENERGY METER* UNTUK MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK
RUMAH TANGGA BERBASIS *INTERNET OF THINGS***
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**LEMBAR PENGESAHAN
WAHYUDIN**

E.5051.1705656

**RANCANG BANGUN *SMART ENERGY METER* UNTUK
MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Dr.H.Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.
NIP. 19641007 199101 1 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr.H.Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

Wahyudin, 2021

PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**RANCANG BANGUN SMART ENERGY METER UNTUK MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, April 2021

Yang Menyatakan,

Wahyudin

NIM. 1705656

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun *Smart Energy Meter* untuk Manajemen Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things*”**. skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan wawasan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik membangun atas segala kekurangan, sehingga akan menjadikan perbaikan di kemudian hari.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala hormat penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Bandi dan Ibu Cucu Atisah, selaku orang tua dari penulis yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan nasihat.
2. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Dan selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro.
3. Bapak Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
5. Bapak Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
6. Yoan Nur Amalia, salah satu penyemangat yang sama-sama berjuang bersama menempuh gelar sarjana.
7. Tim Edu+, selaku pendukung penelitian ini.

8. Ibnu Hanifah Alem, Hamim Ali Husni, Lugastyan, dan Nabilah Agimta selaku sahabat yang memberikan banyak inspirasi dan bantuan kepada penulis.
9. Seluruh staff administrasi DPTE FPTK UPI.
10. Teknik Elektro UPI 2017, teman-teman seperjuangan yang sama-sama berjuang menyelesaikan studi di Teknik Elektro.
11. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, April 2021

Penulis

ABSTRAK

Konsumsi energi listrik semakin meningkat setiap harinya dengan bertambahnya populasi penduduk yang sangat cepat membuat sumber energi listrik harus dikelola dengan baik. Sebuah sistem dibutuhkan untuk bisa menganalisis dan mengontrol konsumsi energi. *Smart energy meter* (SEM) adalah perangkat pemantauan dan pengontrolan energi listrik secara *real-time* yang mengumpulkan informasi secara otomatis. SEM berbasis *internet of things* membaca konsumsi energi dari peralatan rumah tangga yang menghasilkan data besar berbentuk 3 V; *Volume*, *Variation*, dan *Velocity*. Selain berbasis *internet of things*, SEM menggunakan algoritma *fuzzy logic* untuk manajemen penggunaan energi listriknya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah desain sistem yang dapat memantau, mengontrol, dan manajemen penggunaan energi listrik rumah tangga berbasis *internet of things* dengan menerapkan algoritma *fuzzy logic*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Desain sistem ini dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai kontroler, PZEM-004T untuk membaca tegangan, arus, dan parameter-parameter AC lainnya, relay sebagai aktuator, LCD 20x4 sebagai output nilai pembacaan sensor, LED dan buzzer sebagai indikator, *Database* Firebase sebagai pusat penyimpanan data, dan Aplikasi SEM sebagai platform untuk memantau dan mengontrol SEM secara *real-time*. Setelah proses pengujian, didapatkan hasil bahwa alat SEM dan aplikasi SEM telah berfungsi dengan baik. Dengan dikembangkannya sistem ini, diharapkan dapat digunakan sebagai solusi alternatif bagi pengguna untuk memantau, mengontrol, dan manajemen penggunaan energi listriknya agar dapat digunakan secara efisien.

Kata kunci: *Smart Energy Meter, Internet of Things, Fuzzy Logic*

ABSTRACT

The consumption of electrical energy is increasing every day with the rapid increase in population, making electrical energy sources must be managed properly. A system is needed to be able to analyze and control energy consumption. Smart energy meter (SEM) is a real-time electrical energy monitoring and control device that collects information automatically. SEM based on internet of things reads the energy consumption of household appliances that produce big data in the form of 3 V; Volume, Variation, and Velocity. In addition to being based on the internet of things, SEM uses fuzzy logic algorithms for management of electrical energy use. This study aims to design a system design that can monitor, control, and manage household electrical energy use based on the internet of things by applying fuzzy logic algorithms. The method used in this research is the experimental method. This system design was developed using ESP32 as a controller, PZEM-004T to read voltage, current, and other AC parameters, relay as actuator, 20x4 LCD as sensor reading value output, LED and buzzer as indicators, Firebase database as data storage center, and SEM Application as a platform to monitor and control SEM in real-time. After the testing process, it was found that the SEM tool and the SEM application were functioning properly. With the development of this system, it is hoped that it can be used as an alternative solution for users to monitor, control, and manage the use of electrical energy so that it can be used efficiently.

Keywords: *Smart Energy Meter, Internet of Things, Fuzzy Logic*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Smart Grid</i>	5
2.2 Komunikasi dalam <i>Smart Grid</i>	6
2.3 <i>Internet of Things</i>	8
2.4 <i>Fuzzy Logic Controller (FLC)</i>	9
2.5 Energi Meter Listrik.....	10
2.5.1 <i>Electro-Mechanic Energy Meter</i>	10
2.5.2 <i>Digital Energy Meter</i>	11
2.6 Komponen <i>Smart Energy Meter</i>	12

2.6.1	<i>Power Supply</i>	12
2.6.2	Mikrokontroler ESP32	13
2.6.3	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 20x4	14
2.6.4	Buzzer	15
2.6.5	Relay <i>active 5V</i>	15
2.6.6	Sensor PZEM-004T	16
2.7	Daya Listrik.....	17
2.7.1	Daya Aktif.....	18
2.7.2	Daya Semu	18
2.7.3	Daya Reaktif	18
2.7.4	Faktor Daya.....	19
2.7.5	Segitiga Daya	19
BAB III		21
MEETODE PENELITIAN		21
3.1	Metode Penelitian.....	21
3.2	Prosedur Penelitian.....	21
3.2.1	Studi Pendahuluan	22
3.2.2	Perancangan dan Pembuatan <i>Smart Energy Meter</i>	22
3.2.2.1	Diagram Blok Alat	23
3.2.2.2	Perancangan Hardware.....	24
3.2.2.3	Perancangan <i>Software</i>	27
3.3	Pengujian Alat	33
3.3.1	Pengujian Fungsi Alat dan Aplikasi Android	34
3.3.2	Langkah-Langkah Kalibrasi Sensor.....	34
3.3.2	Pengujian Fuzzy Logic	35
3.4	Analisis.....	35

3.5	Pelaporan Hasil Penelitian	35
BAB IV		36
TEMUAN DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Temuan Penelitian.....	36
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras SEM	36
4.1.2	Implementasi Perangkat Lunak SEM	39
4.1.3	Implementasi Perangkat Lunak Aplikasi SEM.....	43
4.1.3.1	<i>Interface</i> LOGIN	43
4.1.3.2	<i>Interface</i> REGISTER	44
4.1.3.3	<i>Interface</i> REGISTER	45
4.1.3.4	<i>Interface</i> HOME.....	46
4.1.3.5	<i>Interface</i> CONTROL.....	47
4.1.3.6	<i>Interface</i> DATA	48
4.1.4	Pengujian Fungsi Komponen SEM.....	50
4.1.4.1	Pengujian <i>Power Supply</i>	50
4.1.4.2	Pengujian Sensor PZEM	52
4.1.4.3	Aktuator Relay	53
4.1.5	Pengujian Fungsi pada Aplikasi SEM	53
4.1.5.1	Pengujian Pemantauan Data pada <i>Interface</i> HOME	53
4.1.5.2	Pengujian Pengontrolan Data pada <i>Interface</i> CONTROL	55
4.1.5.3	Pengujian Pemantauan Data pada <i>Interface</i> DATA.....	56
4.1.6	Kalibrasi Sensor	58
4.1.7	Pengujian Waktu Pengiriman Data SEM	59
4.2	Pembahasan.....	61
4.2.1	Desain Sistem SEM	61
4.2.1.1	Desain Sistem Pemantauan SEM	61

4.2.1.2	Desain Sistem Pengontrolan SEM	63
4.2.2	Cara Kerja SEM fuzzy logic	63
4.2.3	Pengujian <i>Fuzzy Logic</i>	65
BAB V	68
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		68
5.1	Simpulan.....	68
5.2	Implikasi.....	69
5.3	Rekomendasi	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN 1 SCHEMATIC PCB SEM.....		73
LAMPIRAN 2 APLIKASI ANDROID SEM.....		74
LAMPIRAN 3 DATABASE FIREBASE		77
LAMPIRAN 4 DOKUMENTASI PENGUJIAN SEM		79
LAMPIRAN 4 PROGRAM ESP32		94
LAMPIRAN 5 PROGRAM APLIKASI ANDROID		113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fitur Utama dari <i>Smart Grid</i>	6
Gambar 2.2 Arsitektur Sistem SCADA	7
Gambar 2.3 <i>Internet of Things</i>	8
Gambar 2.4 Diagram Blok <i>Fuzzy Logic Controller</i>	9
Gambar 2.5 Struktur dari Meteran Energi Elektromekanis	10
Gambar 2.6 Meteran Listrik Digital.....	11
Gambar 2.7 Struktur dari Meteran Energi Digital	12
Gambar 2.8 <i>Power Supply</i> Jaring 5V	12
Gambar 2.9 <i>General Pin Input Output</i> pada ESP32	13
Gambar 2.10 <i>Liquid Crystal Display</i> 20x4	14
Gambar 2.11 Buzzer Continues	15
Gambar 2.12 Relay <i>Active 5V</i>	16
Gambar 2.13 PZEM-004T	17
Gambar 2.14 Segitiga Daya	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Blok Alat	23
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Smart Energy Meter</i>	24
Gambar 3.4 <i>Layout PCB Smart Energy Meter</i>	25
Gambar 3.5 Diagram Pengawatan <i>Smart Energy Meter</i>	26
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> pemrograman mikrokontroler.....	29
Gambar 3.7 Tampilan Login.....	30
Gambar 3.8 Tampilan SIGN UP	31
Gambar 3.9 Tampilan Home.....	32
Gambar 3.10 Tampilan Control	32
Gambar 3.11 Tampilan Data.....	33
Gambar 4.1 PCB yang telah disolder dan dipasang komponen.....	36
Gambar 4.2 <i>Power Supply</i> didalam <i>Box SEM</i>	37
Gambar 4.3 Komponen didalam <i>Box SEM</i>	37
Gambar 4.4 Komponen diatas <i>Box SEM</i>	38

Wahyudin, 2021

**RANCANG BANGUN SMART ENERGY METER UNTUK MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK
RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 4.5 Komponen diatas <i>Box SEM</i>	39
Gambar 4.6 Penggunaan <i>Library</i> pada <i>Coding SEM</i>	40
Gambar 4.7 Pendefinisian Pin Esp32.....	40
Gambar 4.8 Pendefinisian Variabel Pendukung	41
Gambar 4.9 Menghubungkan Esp32 dengan Firebase.....	41
Gambar 4.10 Menghubungkan Esp32 dengan Firebase.....	42
Gambar 4.11 Membaca Sensor PZEM-004T.....	42
Gambar 4.12 Menjalankan Aktuator SEM	42
Gambar 4.13 Mengirim Data ke <i>Database</i> Firebase.....	43
Gambar 4.14 Menerima Data dari <i>Database</i> Firebase.....	43
Gambar 4.15 <i>Interface</i> LOGIN	44
Gambar 4.16 <i>Interface</i> REGISTER	45
Gambar 4.17 <i>Interface</i> SUCCESS	46
Gambar 4.18 <i>Interface</i> HOME.....	47
Gambar 4.19 <i>Interface</i> CONTROL	48
Gambar 4.20 <i>Interface</i> DATA	49
Gambar 4.21 Pengujian sensor melalui <i>serial monitor</i>	52
Gambar 4. 22 Data Pengujian pada <i>Interface</i> HOME	54
Gambar 4.23 Data Pengujian pada <i>Serial Monitor</i> Arduino IDE	54
Gambar 4. 24 Data Pengujian pada <i>Interface</i> CONTROL	55
Gambar 4. 25 Data Timesend dan Maks Energy/Day pada Firebase	56
Gambar 4.26 Data Pengujian pada <i>Interface</i> DATA	57
Gambar 4.27 Pemantauan Data di LCD.....	63
Gambar 4.28 Skema <i>Fuzzy Inference System</i>	64
Gambar 4.29 Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> di Aplikasi SEM	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya Komponen SEM	50
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Aktuator Relay.....	53
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Button pada <i>Interface</i> CONTROL	55
Tabel 4.4 Data Pengujian <i>tableview</i> ‘History’ pada <i>Interface</i> ‘DATA’	57
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T	58
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Waktu Kirim Data SEM.....	60
Tabel 4.7 Identifikasi Kondisi Tegangan SEM.....	62
Tabel 4.8 Pembentukan Himpunan Fuzzy	64
Tabel 4.9 Tabel Hasil Pengujian <i>Fuzzy Logic</i>	67

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., & Fadli, A. (2020). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 272. <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/semnaspnl/article/view/1694>
- Avancini, D. B., Martins, S. G. B., Rabêlo, R. A. L., Solic, P., & Rodrigues, J. J. P. C. (n.d.). *A Flexible IoT Energy Monitoring Solution*. 1–6.
- Barman, B. K., Yadav, S. N., Kumar, S., & Gope, S. (2018). IOT Based Smart Energy Meter for Efficient Energy Utilization in Smart Grid. *2018 2nd International Conference on Power, Energy and Environment: Towards Smart Technology (ICEPE)*, 1–5.
- Fani, H. Al, Sumarno, S., Jalaluddin, J., Hartama, D., & Gunawan, I. (2020). Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruang Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 144. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1750>
- Gong, Y., Cai, Y., Guo, Y., & Fang, Y. (2016). A Privacy-Preserving Scheme for Incentive-Based Demand Response in the Smart Grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 7(3), 1304–1313. <https://doi.org/10.1109/TSG.2015.2412091>
- Gupta, R., Al-Ali, A. R., Zualkernan, I. A., & Das, S. K. (2020). Big Data Energy Management, Analytics and Visualization for Residential Areas. *IEEE Access*, 8, 156153–156164. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019331>
- Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017*, 01(01), 157–162.
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721–9100. <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- Isfarizky, Z., & Mufti, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor Lbh Banda Aceh). *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(2), 30–35.
- Wahyudin, 2021

- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–134. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>
- Lee, J. M., & Hong, S. (2020). Keeping Host Sanity for Security of the SCADA Systems. *IEEE Access*, 8, 62954–62968. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983179>
- Lin, C. M. (2017). *Design and Implementation of a Smart Home Energy Saving System with Active Loading Feature Identification and Power Management*. 739–742.
- Lorena, M., & Lochinvar, M. (2016). A review of the development of Smart Grid technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 710–725. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.011>
- Morello, R., De Capua, C., Fulco, G., & Mukhopadhyay, S. C. (2017). A smart power meter to monitor energy flow in smart grids: The role of advanced sensing and iot in the electric grid of the future. *IEEE Sensors Journal*, 17(23), 7828–7837. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2017.2760014>
- Muljono, A. B., Nrartha, I. M. A., & Ginarsa, I. M. (2018). *Rancang Bangun Smart Energi Meter Digital Prabayar dengan Dukungan Teknologi Bluetooth*. 24–26.
- Pliatsios, D., Sarigiannidis, P., Lagkas, T., & Sarigiannidis, A. G. (2020). A Survey on SCADA Systems: Secure Protocols, Incidents, Threats and Tactics. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 22(3), 1942–1976. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2987688>
- Prakash, K. V. J. (2019). *Designing of Microcontroller based Energy Meter (Smart Energy Meter) for Energy Preserving*. *Icces*, 1252–1255.
- Sadhukhan, D., Ray, S., Obaidat, M. S., & Dasgupta, M. (2020). A Secure and Privacy Preserving Lightweight Authentication Scheme for Smart-Grid Communication using Elliptic Curve Cryptography. *Journal of Systems Architecture*, 101938. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2020.101938>
- Shi, Z., Yao, W., Li, Z., Zeng, L., Zhao, Y., Zhang, R., Tang, Y., & Wen, J. (2020). Artificial intelligence techniques for stability analysis and control in smart grids: Methodologies, applications, challenges and future directions. *Applied*

Wahyudin, 2021

RANCANG BANGUN SMART ENERGY METER UNTUK MANAJEMEN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Energy*, 278(May), 115733. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115733>
- Ullah, R., Faheem, Y., & Kim, B. S. (2017). Energy and congestion-aware routing metric for smart grid ami networks in smart city. *IEEE Access*, 5(XX), 13799–13810. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2728623>
- V. Firmansyah, V. Nadhira, L. Silvi, T. D. (2019). *IOT SISTEM MONITORING METER KWH DIGITAL MENGGUNAKAN SENSOR LDR* Pendahuluan Penggunaan energi listrik diukur melalui meter kWh . Sedangkan , sistem pembayarannya menggunakan sistem token [1]. Meter kWh dengan sistem token masih memiliki kekurangan , *komp.* 09(01), 18–25.
- Veronika Simbar, R. S., & Syahrin, A. (2017). Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 48. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i4.1225>
- Wahab, F., Sumardiono, A., Al Tahtawi, A. R., & Mulayari, A. F. A. (2017). Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8>
- Walgama, S., Hasinthara, U., Herath, A., Daranagama, K., & Kumarawadu, S. (2020). *An Optimal Electrical Energy Management Scheme for Future Smart Homes*. 137–141. <https://doi.org/10.1109/sege49949.2020.9181998>