

**DESAIN *SMART* METER BERBASIS *LORAWAN* UNTUK DETEKSI  
TEGANGAN ABNORMAL PADA *SMART GRID***

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Elektro



oleh:

Kukuh Putra Prambodo

1601112

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

**2020**

**DESAIN *SMART* METER BERBASIS LORAWAN UNTUK DETEKSI  
TEGANGAN ABNORMAL PADA *SMART GRID***

Oleh

Kukuh Putra Prambodo

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

© Kukuh Putra Prambodo

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2020

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.

**KUKUH PUTRA PRAMBODO**

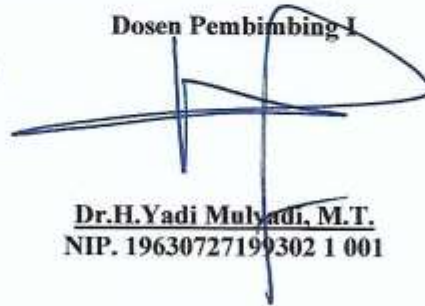
**E.5051.1601112**

**DESAIN *SMART* METER BERBASIS LORAWAN UNTUK DETEKSI  
TEGANGAN ABNORMAL PADA *SMART GRID***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

*aw*  
*17/1-2020*  
*11*

**Dosen Pembimbing I**




**Dr.H.Yadi Mulyadi, M.T.**  
**NIP. 19630727199302 1 001**

**Dosen Pembimbing II**



**Drs. Yoyo Somantri, S.T, M.Pd.**  
**NIP. 19570805 198503 1 003**

Mengetahui,  
**Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro**



**Dr.H.Yadi Mulyadi, M.T.**  
**NIP. 19630727199302 1 001**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Desain *Smart Meter* Berbasis LoRaWAN untuk Deteksi Tegangan Abnormal pada *Smart grid***” 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, Januari 2020

Yang Menyatakan,

Kukuh Putra Prambodo

1601112

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Desain Smart Meter Berbasis LoRaWAN untuk Deteksi Tegangan Abnormal pada Smart grid**”. 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.

Bandung, Januari 2020

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

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 Hariadi dan Ibu Pujiwati, selaku orang tua dari penulis yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan nasihat.
2. Bapak Dr.H.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 Drs. Yoyo Somantri, S.T, M.Pd.
4. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Iwan Kustiawan,. S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
6. Bapak Hasbullah Hasan, M.T selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Astri Raudya Destarina, salah satu penyemangat yang sama-sama berjuang bersama menempuh gelar sarjana.
8. Tim Antares.Id, selaku pendukung penelitian ini.
9. Teguh Pratama N, In Mustagisin, Rizki Mochamad Fauzi, dan Rian Artha P., selaku sahabat yang memberikan banyak inspirasi dan bantuan kepada penulis.
10. Seluruh staff administrasi DPTE FPTK UPI.
11. Teknik Elektro UPI 2016, teman-teman seperjuangan yang sama-sama berjuang menyelesaikan studi di Teknik Elektro.
12. Teman-teman Angkatan 2016 Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.
13. 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, Januari 2020

Penulis

## ABSTRAK

Sistem penyaluran listrik pintar diperlukan di pasar listrik saat ini. Salah satu sistem penyaluran listrik pintar merupakan *smart grid* yang menawarkan peluang untuk memantau dan mengontrol distribusi listrik secara jarak jauh. Metode *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) digunakan dan diusulkan dengan tujuan pengembangan model *smart meter* menggunakan LoRaWAN untuk operasi jaringan yang lebih efisien dan meningkatkan kecerdasan sistem jaringan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain sistem *smart meter* yang dapat dipantau secara *real-time* berbasis LoRaWAN. Desain sistem ini dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai kontroler, PZEM-004T untuk membaca tegangan, arus, dan parameter-parameter AC lainnya, *Gateway* LoRaWAN sebagai penghubung komunikasi antara *smart meter* dan server, dan LoRa sebagai protokol komunikasi utama yang membuat sistem dapat berkomunikasi dengan Radio frekuensi (Rf). *Gateway* LoRaWAN ini digunakan untuk mengirimkan data dari *gateway* ke *cloud server*. Setelah proses pengembangan sistem, kemudian dilakukan pengujian pembacaan tegangan pada rumah pelanggan untuk mengetahui nilai *delay* antara *dashboard* pada *platform* Antares.id dan LCD *smart meter*. Dari sepuluh kali percobaan yang dilakukan didapat nilai rata-rata *delay* sebesar 10,9 detik. Dengan dikembangkannya sistem ini, diharapkan dapat digunakan sebagai solusi alternatif PLN untuk menunjang penerapan *Smart Grid* di Indonesia dan mendukung pengembangan *two-way energy meter* dalam menangani pendeteksian tegangan abnormal dan dapat dimonitor dari jarak jauh.

**Kata kunci :** *Smart Meter, Gateway LoRaWAN, Antares.id, Smart Grid*



## **ABSTRACT**

*A smart power transmission system is required in today's electricity market. One smart power delivery system is a smart grid that offers the opportunity to remotely monitor and control power distribution. The Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) method was used and proposed for the development of smart meter models using LoRaWAN for more efficient network operations and improved intelligence of power grid systems. This research aims to develop a smart meter system design that can be monitored in real-time based LoRaWAN. The design of the system was developed using ESP32 as a controller, PZEM-004T for reading voltage, current, and other AC parameters, the LoRaWAN Gateway as a communication liaison between the smart meter and the server, and LoRa as the protocol Primary communication that makes the system can communicate with Radio frequencies (Rf). This LoRaWAN Gateway is used to transmit data from the gateway to the cloud server. After the system development process, then conducted a voltage reading test on the customer home to know the delay value between dashboard on Antares.id platform and LCD smart meter. Of the ten times, the experiments were obtained an average delay value of 10.9 seconds. With the development of this system, it is expected to be used as an alternative solution for PLN to support the implementation of Smart Grid in Indonesia and support the development of a two-way energy meter in handling abnormal voltage detection and can be monitored Remotely.*

**Keywords:** *Smart Meter, LoRaWAN Gateway, Antares.id, Smart Grid*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1 <i>Smart Grid</i> .....	5
2.2.1 Komunikasi Dalam <i>Smart Grid</i> .....	6
2.2.2 Potensi Dampak pada Kualitas Daya <i>Smart Grid</i> .....	7
2.2.3 Keamanan pada <i>Smart Grid</i> .....	8
2.2 Energi Meter Listrik .....	9
2.3 Komponen <i>Smart Meter</i> .....	11
2.3.1 LoRa.....	11
2.3.2 Mikrokontroler .....	14

2.3.3	Modul Sensor PZEM-004T.....	14
2.3.4	<i>Power supply</i> .....	14
2.3.5	LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 .....	15
2.3.6	Modul I2C .....	15
2.4	<i>Gateway LoRaWAN</i> .....	15
2.5	<i>Platform</i> .....	16
2.5.1.	<i>Platform IoT Antares</i> .....	16
2.6	Daya Listrik.....	17
2.6.1	Daya Aktif.....	17
2.6.2	Daya Semu .....	17
2.6.3	Daya reaktif.....	18
2.6.4	Faktor daya.....	18
2.6.5	Segitiga Daya .....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Metode Penelitian.....	20
3.2	Prosedur Penelitian.....	20
3.2.1	Studi literatur.....	21
3.2.2	Perancangan dan pembuatan <i>smart meter</i> .....	21
3.2.2.1	Diagram blok alat.....	22
3.2.2.2	Perancangan <i>Hardware</i> .....	22
3.2.2.3	Perancangan <i>Software</i> .....	25
3.3	Pengujian Alat .....	30
3.3.1	Pengujian Fungsi Alat Dan <i>Dashboard platform</i> .....	30
3.3.2	Langkah-Langkah Kalibrasi Sensor .....	30

3.3.3	Pengujian Jarak <i>Smart Meter</i> dengan <i>Gateway</i> .....	31
3.3.4	Pengujian Waktu Pengiriman dan Penerimaan <i>Smart Meter</i> terhadap <i>Platform</i> .....	31
3.4	Simulasi Alat .....	31
3.5	Analisis .....	31
3.6	Pelaporan Hasil Penelitian.....	31
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Temuan Penelitian .....	32
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras.....	32
4.2	Pembahasan .....	33
4.2.1	Deskripsi Kerja Alat.....	33
4.2.2	Hasil Pengujian Fungsi Komponen Alat.....	34
4.2.2.1	<i>Power Supply</i> .....	34
4.2.2.2	Sensor PZEM-004T 100A .....	35
4.2.3	Hasil pengujian fungsi pada <i>dashboard</i> pada <i>platform</i> .....	36
4.2.3.1	<i>Dashboard</i> Pelanggan.....	36
4.2.3.2	<i>Dashboard</i> PLN.....	38
4.2.4	Kalibrasi Sensor .....	41
4.2.5	Pengujian Jarak <i>Smart Meter</i> dengan <i>Gateway</i> .....	43
4.2.6	Pengujian Waktu Pengiriman <i>Smart Meter</i> dan Penerimaan terhadap <i>platform</i> .....	44
4.2.7	Pengujian Simulasi Sistem.....	45
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....		51
5.1	Simpulan.....	51
5.2	Implikasi .....	52

5.3	Rekomendasi .....	52
	DAFTAR PUSTAKA .....	55
	LAMPIRAN.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk umum arsitektur komunikasi pada <i>Smart grid</i> .....	6
Gambar 2. 2 Konstruksi <i>electro-mechanic energy meter</i> .....	9
Gambar 2. 3 Konstruksi minimum perangkat <i>digital energy meter</i> .....	11
Gambar 2. 4 Topologi komunikasi LoRa.....	12
Gambar 2. 5 Segitiga daya .....	19
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Diagram blok alat .....	22
Gambar 3. 3 Rangkaian <i>Smart meter</i> .....	23
Gambar 3. 4 <i>Layout PCB</i> rangkaian <i>Smart meter</i> .....	23
Gambar 3. 5 Diagram pengawatan <i>smart meter</i> .....	24
Gambar 3. 6 Diagram alir pemrograman mikrokontroler .....	26
Gambar 3. 7 <i>Dashboard</i> status tegangan pelanggan pada <i>platform</i> Antares.id ....	27
Gambar 3. 8 <i>Dashboard</i> pelanggan total biaya pelanggan pada <i>platform</i> Antares.id .....	27
Gambar 3. 9 <i>Dashboard</i> PLN pada <i>platform</i> Antares.id .....	28
Gambar 3. 10 <i>Dashboard</i> PLN pada <i>platform</i> Antares.id .....	28
Gambar 3. 11 <i>dashboard</i> jumlah pemakaian kWh dan daya aktif.....	29
Gambar 3. 12 <i>Dashboard</i> PLN harga energi listrik pada konsumen .....	29
Gambar 4. 1 PCB yang telah disolder dan dipasang komponen.....	32
Gambar 4. 2 PCB yang telah disolder dan dipasang komponen.....	33
Gambar 4. 3 Pengujian sensor melalui <i>serial monitor</i> .....	35
Gambar 4. 4 <i>Dashboard</i> status tegangan pelanggan.....	36
Gambar 4. 5 <i>Dashboard</i> pelanggan total pemakaian pelanggan.....	37
Gambar 4. 6 <i>Dashboard</i> PLN status tegangan pada konsumen.....	38
Gambar 4. 7 <i>Dashboard</i> PLN tegangan dan frekuensi .....	39
Gambar 4. 8 <i>Dashboard</i> PLN pemakaian energi listrik pada konsumen.....	40
Gambar 4. 9 <i>Dashboard</i> PLN harga energi listrik pada konsumen .....	41
Gambar 4. 10 Penyederhanaan <i>Single Line Diagram</i> penyulang BDKR .....	46

Gambar 4. 11 Penempatan <i>smart meter</i> pada rumah penduduk.....	47
Gambar 4. 12 <i>Dashboard</i> PLN mendeteksi tegangan abnormal.....	48
Gambar 4. 13 <i>Dashboard</i> PLN menampilkan besaran tegangan yang terjadi kondisi abnormal.....	48
Gambar 4. 14 Pemasangan <i>smart grid</i> pada bus 28 .....	49
Gambar 4. 15 <i>Dashboard</i> PLN setelah diaktifkan <i>smart grid</i> .....	50
Gambar 4. 16 <i>Dashboard</i> PLN setelah diaktifkan <i>smart grid</i> .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi alat .....	24
Tabel 4. 1 Identifikasi kondisi tegangan <i>smart meter</i> .....	34
Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan catu daya komponen <i>smart meter</i> .....	35
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian sensor PZEM-004T .....	42
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian jarak <i>smart meter</i> dengan <i>gateway</i> .....	43
Tabel 4. 5 Data Hasil pengujian waktu pengiriman <i>smart meter</i> .....	44



## DAFTAR PUSTAKA

- Arijuddin, H., Bhawiyuga, A., & Amron, K. (2019). *Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network*. 3(2), 1655–1659.
- Barman, B. K., Yadav, S. N., Kumar, S., & Gope, S. (2018). Energy Utilization in Smart Grid. *2018 2nd International Conference on Power, Energy and Environment: Towards Smart Technology (ICEPE)*, 1–5.
- Bollen, M. H. J., Das, R., Member, S., Djokic, S., Member, S., Ciufu, P., ... Member, S. (2016). *Power Quality Concerns in Implementing Smart Distribution-Grid Applications*. 3053(c). <https://doi.org/10.1109/TSG.2016.2596788>
- Chooruang, K. (2018). Design of an IoT Energy Monitoring System. *2018 16th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICTKE.2018.8612412>
- Devalal, S., & Karthikeyan, A. (2018). LoRa Technology - An Overview. *Proceedings of the 2nd International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2018, (Iceca)*, 284–290. <https://doi.org/10.1109/ICECA.2018.8474715>
- Gharavi, H., & Ghafurian, R. (2011). *Smart Grid: The Electric Energy System of the Future*. 99(6), 917–921.
- Gregio, K., Santo, D., Kanashiro, E., Giuseppe, S., Santo, D., & Saidel, M. A. (2015). A review on smart grids and experiences in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1072–1082. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.182>
- Janardhana, S. (2016). *Challenges of Smart Meter Systems*. 78–82.
- Kodali, R. K., & Soratkal, S. (2016). *MQTT based Home Automation System Using*.
- Lackovic, V. (n.d.). *Introduction to Switching Transients Analysis Fundamentals*. (877).

- Li, L., Ren, J., & Zhu, Q. (2017). On the application of LoRa LPWAN technology in Sailing Monitoring System. *2017 13th Annual Conference on Wireless On-Demand Network Systems and Services, WONS 2017 - Proceedings*, 77–80. <https://doi.org/10.1109/WONS.2017.7888762>
- 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>
- Mahmud, S., & Ahmed, S. (2019). A Smart Home Automation and Metering System using Internet of Things ( IoT ). *2019 International Conference on Robotics,Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, 451–454.
- Momoh, J. (2012). *SMART GRID Fundamentals of Design and Analysis*.
- Neumann, P., Montavont, J., & Noel, T. (2016). Indoor deployment of low-power wide area networks (LPWAN): A LoRaWAN case study. *International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*. <https://doi.org/10.1109/WiMOB.2016.7763213>
- Nguyen, T. D., Tran, V. K., Nguyen, T. D., Le, N. T., & Le, M. H. (2018). *IoT-Based Smart Plug-In Device for Home Energy Management System*. 734–738.
- R.Bayindir et al. (2016). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 66, 499–516. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.002>
- Rini, A., Jerin, A., Prabakaran, N., Kumar, N. M., Palanisamy, K., Umashankar, S., & Siano, P. (2018). Smart grid and power quality issues. In *Hybrid-Renewable Energy Systems in Grids*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102493-5/00010-8>
- Saputra, G. Y., Afrizal, A. D., Khusnu, F., Mahfud, R., Pribadi, F. A., & Pamungkas, F. J. (2017). *PENERAPAN PROTOKOL MQTT PADA TEKNOLOGI WAN ( STUDI KASUS SISTEM PARKIR UNIVERISTAS BRAWIJAYA )*. 12(2), 2–8.
- Sinha, R. S., Wei, Y., & Hwang, S. H. (2017). A survey on LPWA technology: LoRa and NB-IoT. *ICT Express*, 3(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2017.03.004>

- Song, Y., Lin, J., Tang, M., & Dong, S. (2017). An Internet of Energy Things Based on Wireless LPWAN. *Engineering*, 3(4), 460–466. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.04.011>
- Špeh, I., & Heđ, I. (2016). *A Web - Based IoT Solution for Monitoring Data Using MQTT Protocol*. 249–253.
- Stevenson, W. D. (1994). *elements-of-power-system-analysis-4th-ed-by-william-d-stevenson-jr ( PDFDrive.com )\_2.pdf*.
- Systems, E. (2019). *ESP32 Series*.
- Tantidham, T., Ngamsuriyaros, S., Tungamnuayrith, N., Nildam, T., Banthao, K., & Intakot, P. (2018). Energy Consumption Collection Design for Smart Building. *2018 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology & International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems (ICESIT-ICICTES)*, (4), 1–6.
- Wan Yen, S., Morris, S., Ezra, M. A. G., & Jun Huat, T. (2019). Effect of smart meter data collection frequency in an early detection of shorter-duration voltage anomalies in smart grids. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 109(January), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.01.039>
- Wibisono, G., Gilang Permata, S., Awaludin, A., & Suhasfan, P. (2018). Development of advanced metering infrastructure based on LoRa WAN in PLN Bali toward Bali Eco smart grid. *2017 Saudi Arabia Smart Grid Conference, SASG 2017*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SASG.2017.8356496>
- Wixted, A. J., Kinnaird, P., Larijani, H., Tait, A., Ahmadinia, A., & Strachan, N. (2016). *Evaluation of LoRa and LoRaWAN for Wireless Sensor Networks*. 0, 5–7.
- Yi, D., Binwen, F., Xiaoming, K., & Qianqian, M. (2016). *Design and Implementation of Mobile Health Monitoring System based on MQTT Protocol*. 1679–1682.