

BAB III

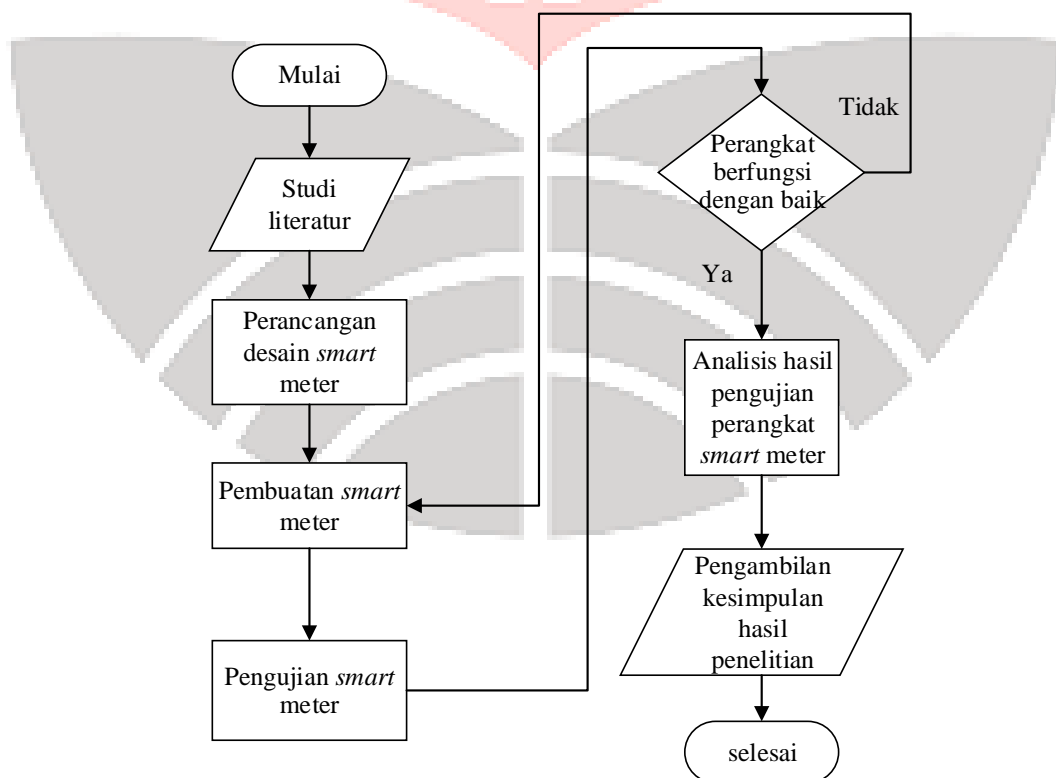
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pada tugas akhir ini menggunakan metode deskriptif dan eksperimen. Melalui metode deskriptif penulis membahas kajian literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Sedangkan untuk metode eksperimen penulis mendesain sistem *smart meter* dengan kemampuan mendeteksi tegangan abnormal, mengirim dan membaca penggunaan daya, tegangan sistem, arus, dan faktor daya secara *real time*. Secara umum penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap yaitu studi literatur, perancangan dan pembuatan, pengujian, dan pelaporan hasil penelitian.

3.2 Prosedur Penelitian

Diagram alir menunjukkan tahapan dalam penelitian secara sistematis dari mulai studi literatur sampai penyusunan laporan. Diagram alir disajikan pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa perancangan dan pembuatan alat dimulai dengan studi literatur untuk mencari referensi penelitian serupa dan setelah cukup mendapatkan referensi selanjutnya yaitu proses perancangan. Setelah proses perancangan selesai, pengujian perangkat dilakukan untuk menguji apakah perangkat dapat berfungsi dengan baik. Apabila perangkat masih belum dapat berfungsi dengan baik, dilakukan langkah pembuatan kembali perangkat. Langkah selanjutnya, menganalisis hasil pengujian perangkat dan langkah terakhir merupakan pengambilan kesimpulan hasil penelitian.

3.2.1 Studi literatur

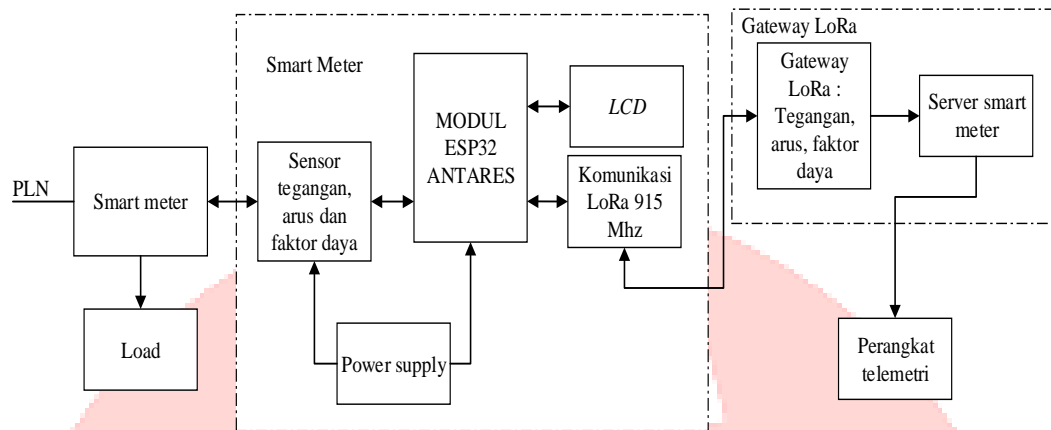
Pada tahap ini penulis melakukan studi literatur untuk mencari referensi pendukung penelitian. Sumber referensi yang digunakan adalah jurnal-jurnal penelitian yang berasal dari IEEE, IOP, *ScienceDirect*, dan jurnal penelitian nasional.

3.2.2 Perancangan dan pembuatan *smart meter*

Berdasarkan hasil studi literatur, peneliti merancang sebuah perangkat penggunaan energi listrik yang terintegrasi berbagai komponen untuk dapat mendeteksi jumlah konsumsi energi listrik, mendeteksi nilai rata-rata kuadrat tegangan, menghitung jumlah pemakaian, dan pendeteksi tegangan abnormal pada konsumen.

3.2.2.1 Diagram blok alat

Diagram blok alat *smart meter* disajikan pada gambar 3.2 sebagai berikut.



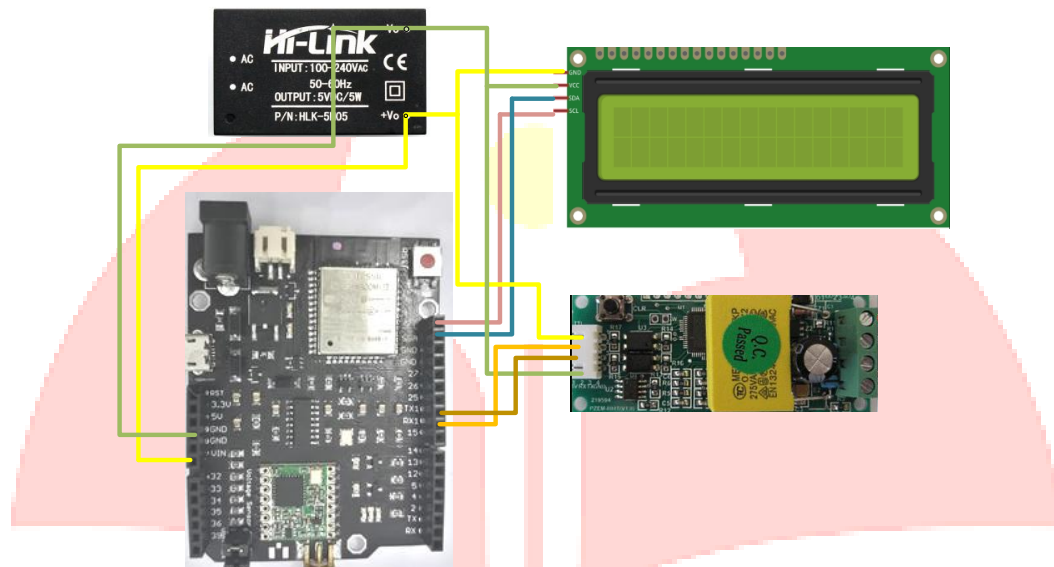
Gambar 3. 2 Diagram blok alat

Sistem dibagi menjadi 3 bagian sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.2. bagian *smart meter* merupakan bagian yang berisikan perangkat *smart meter* yang diletakkan antara sumber listrik dan beban pada konsumen. Bagian *smart meter* berfungsi untuk melakukan pembacaan pada sensor yang terhubung, dan mendeteksi adanya tegangan abnormal pada konsumen. Selain itu, bagian *smart meter* berfungsi pula sebagai pengirim data penggunaan energi listrik ke *gateway*. Bagian *gateway* berfungsi sebagai jalur utama perantara komunikasi antara perangkat dengan server agar dapat mengirim data ke server lalu diteruskan menuju *website* agar dapat diakses oleh PLN, dan menerima data dari perangkat. Bagian perangkat telemetri berfungsi untuk menampilkan data yang telah diperoleh dan diproses oleh server secara jarak jauh. Perangkat telemetri yang digunakan adalah Antares.id yang dapat menampilkan jumlah penggunaan energi listrik, dan pendeteksi tegangan abnormal yang dapat diakses melalui *smartphone* dan komputer.

3.2.2.2 Perancangan Hardware

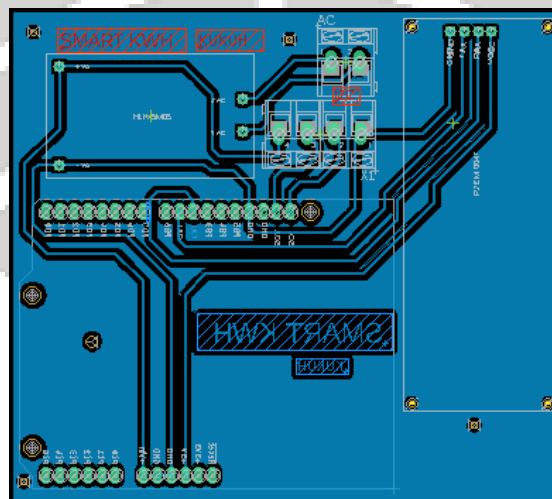
Perancangan dan pembuatan hardware terbagi menjadi 2 yaitu, perancangan *layout PCB smart meter* menggunakan *software* Eagle 9.2.0 dan perancangan diagram pengawatan *smart meter* menggunakan *software* ms. visio 2013.

Rangkaian yang dibuat pada PCB adalah *power supply*, rangkaian pembaca arus, tegangan, dan faktor daya oleh PZEM-004T pada terminal fasa dan netral kemudian *output* sensor diproses oleh mikrokontroler. *Power supply* yang digunakan adalah modul HLK-5M05 dengan *input* 220 VAC dan menghasilkan *output* 5 VDC 1 Ampere. Perancangan rangkaian disajikan pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Rangkaian Smart meter

Kemudian dari rangkaian tersebut dibuat layout PCB dengan model *single layer* dengan ukuran 10 cm x 9cm.

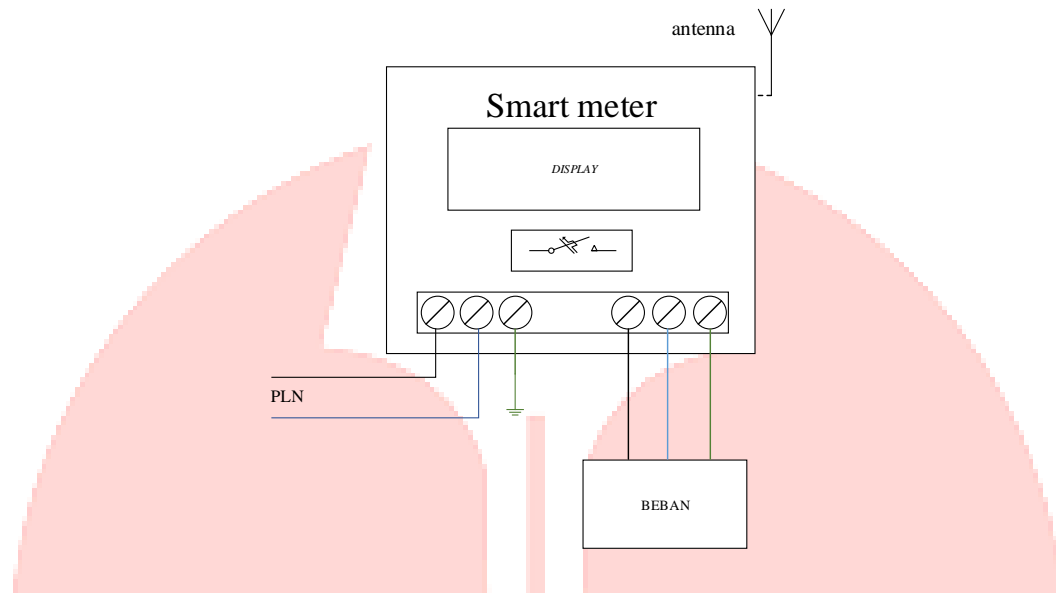


Gambar 3. 4 Layout PCB rangkaian Smart meter

Setelah *layout* PCB dicetak dan dilubangi, kemudian masuk ke tahap perakitan komponen dan penyolderan.

1. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian Pengawatan

Rangkaian pengawatan dibuat pada sebuah papan dan terdiri dari PCB *smart meter* 1 fasa, MCB 4A, dan terminal blok. Rangkaian pengawatan berfungsi untuk pedoman penggunaan instalasi *smart meter*. Diagram pengawatan *smart meter* disajikan pada gambar 3.7.



Gambar 3. 5 Diagram pengawatan *smart meter*

2. Spesifikasi Alat

Pada tabel 3.1 disajikan spesifikasi alat pada *smart meter* yang terdiri dari komponen dan deskripsi. Spesifikasi alat pada *smart meter* berbasis LoRaWAN adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Spesifikasi alat

No	Komponen	Deskripsi
1	Modul ESP32 LoRa	Tegangan kerja : 5 -12 V
		Arus nominal 80 mA
		Jumlah I/O :36
		Wifi 802.11 b/g/n tipe HT40
		Bluetooth tipe 4.2
		Resolusi ADC 12-bit
		Memori Flash : 64M-bits

		Chipset LoRa SX 1276
2	HLK-5M05	Tegangan input 100-240VAC
		Tegangan output 5VDC
		Arus nominal output 1000mA
3	PZEM-004T	Tegangan kerja 80- 260 VAC
		Frekuensi kerja 45-65Hz
		Rating daya 22000W
		Maksimum Arus kerja 100A
4	LCD 16X2	Tegangan kerja 5VDC
		<i>Backlight</i> : ada
		Jumlah karakter : 16
		Jumlah baris : 2
5	MCB	4 A
6	Daya alat	5 W
7	Daya terpasang	900VA

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa *smart* meter ini diperuntukkan untuk pelanggan golongan R-1 Rumah tangga kecil dengan daya nominal 900 VA.

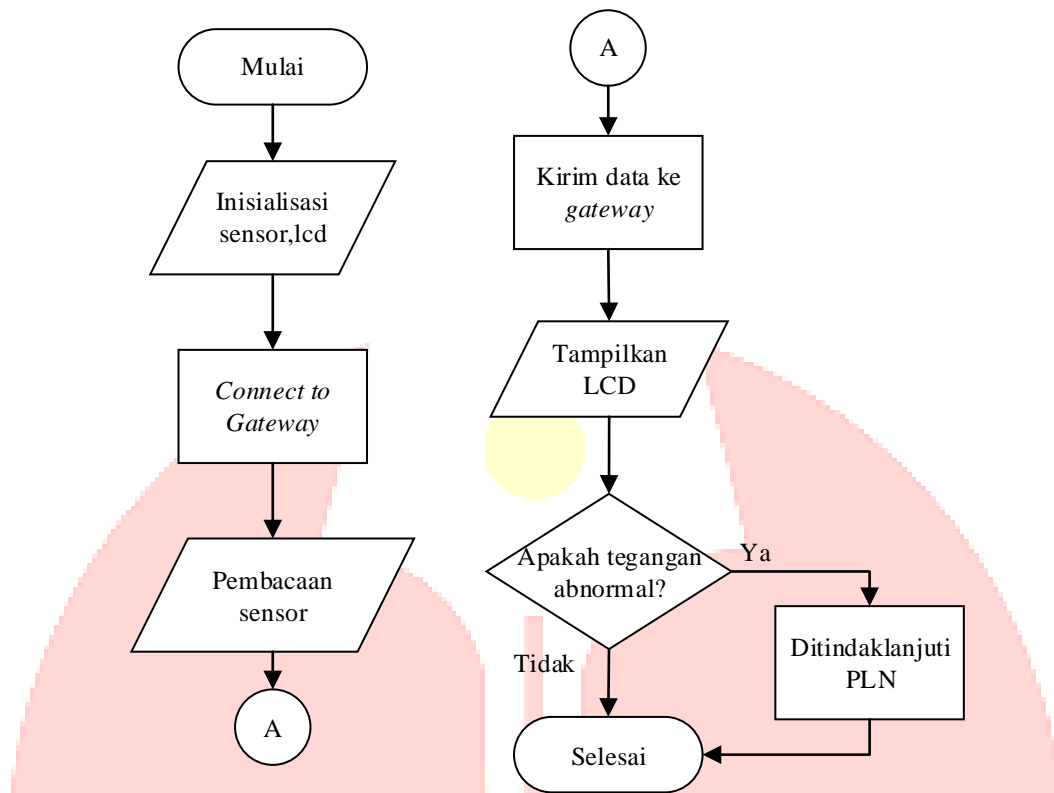
3.2.2.3 Perancangan *Software*

Proses perancangan dan pembuatan perangkat lunak terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan dan pemrograman mikrokontroler ESP32 dan perancangan dan pembuatan *dashboard* pada *platform*.

3. Perancangan dan pemrograman mikrokontroler

Proses perancangan dan pembuatan program mikrokontroler ESP32 Antares *module* menggunakan *software* Arduino IDE. Pin pada ESP32 yang digunakan untuk pengiriman dan pembacaan sensor PZEM-004T adalah pin TX1 dan RX1. PZEM-004T merupakan salah satu sensor yang menggunakan komunikasi serial, jadi harus menggunakan pin TX dan RX pada mikrokontroler. Pin yang digunakan untuk menampilkan data pada LCD adalah SDA dan SCL.

Diagram alir pemrograman mikrokontroler disajikan pada gambar 3.8.

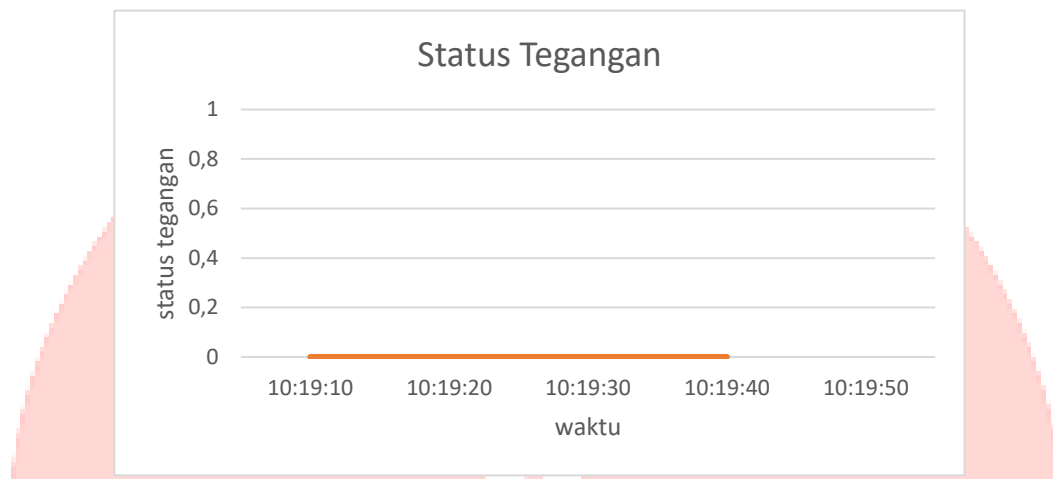


Gambar 3. 6 Diagram alir pemrograman mikrokontroler

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat alir pemrograman mikrokontroler di mulai dengan mendeklarasikan sensor, dan LCD. Langkah selanjutnya, *smart* meter menghubungkan komunikasi dengan *gateway* lalu *smart* meter melakukan pembacaan data pada sensor. Berikutnya *smart* meter mendeteksi apakah tegangan pada pelanggan normal, apabila normal *smart* meter mengirim data ke *gateway* dengan angka 1 dan apabila tidak normal dengan keadaan *under voltage*, *smart* meter mengirim angka 0. Sebaliknya, jika tegangan tidak normal dengan keadaan *over voltage*, *smart* meter mengirim angka 2. Setelah pendeteksian tegangan, kalkulasi total harga pakai, dan kalkulasi total pemakaian kWh, *smart* meter mengirimkan data ke *gateway* pada saat bersamaan pula menampilkan status tegangan melalui LCD. Setelah pengiriman data dan penampilan status pada LCD, langkah selanjutnya mengukur apakah terjadi tegangan abnormal, apabila terjadi tegangan abnormal dilakukan tindak lanjut oleh PLN dan apabila tidak terjadi tegangan abnormal maka diagram alir selesai.

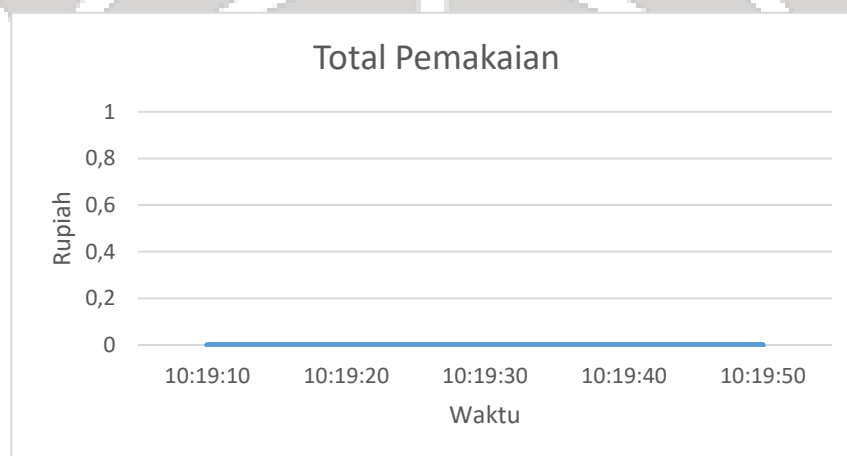
4. Perancangan dan pembuatan *dashboard* pada *platform*

Dashboard pada perangkat telemetri untuk menampilkan data pemakaian energi listrik dan pendeteksi tegangan abnormal pada jaringan *smart grid* adalah Antares.id. pada *platform* tersebut dibuat *dashboard* yaitu, untuk besaran konsumsi energi listrik untuk PLN. Pembuatan tampilan *widget* pada *platform* disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya. Pada gambar 3.9 disajikan tampilan *dashboard* status tegangan untuk pelanggan.



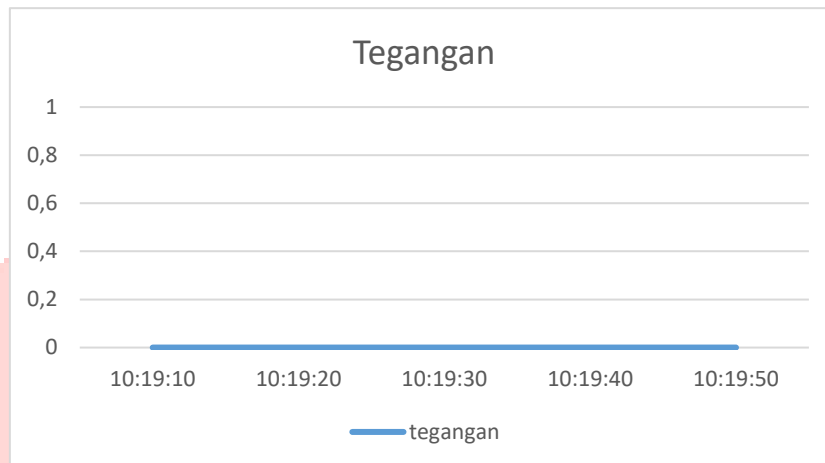
Gambar 3. 7 *Dashboard* status tegangan pelanggan pada *platform* Antares.id

Berdasarkan gambar 3.9 dapat diketahui bahwa tampilan awal pada *dashboard* status pelanggan terdapat 2 data yang akan ditampilkan secara *real-time* antara lain yaitu kondisi tegangan dan waktu. tampilan pada gambar 3.9 berupa grafik. Tampilan *dashboard* status tegangan pula berkaitan dengan *dashboard* total pemakaian yang dapat diakses oleh pelanggan yang disajikan pada gambar 3.10.



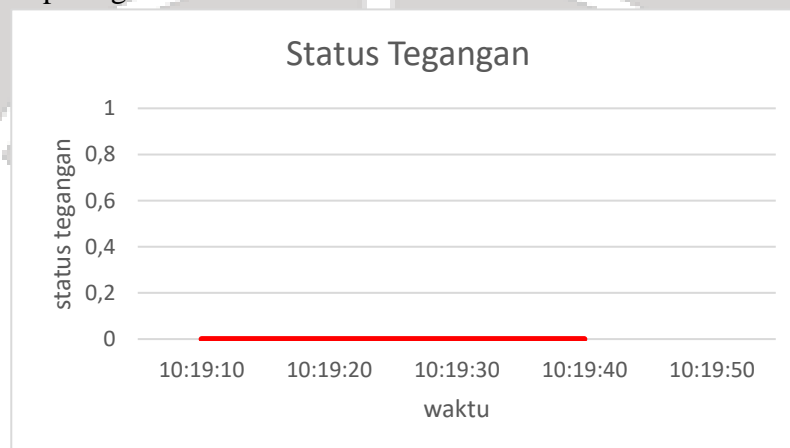
Gambar 3. 8 *Dashboard* pelanggan total biaya pelanggan pada *platform* Antares.id

Berdasarkan pada gambar 3.10 tampilan *dashboard* pelanggan terdapat total biaya per bulan yang pelanggan harus bayar kepada PLN tiap bulannya. Status tegangan dinotasikan dengan angka 0 untuk *under voltage*, 1 untuk *normal voltage*, dan 2 untuk *over voltage*. *Dashboard* pelanggan dapat diakses secara langsung oleh pelanggan dari manapun dan *real-time*. Sedangkan, tampilan *dashboard* PLN disajikan pada gambar 3.11 dan 3.12.



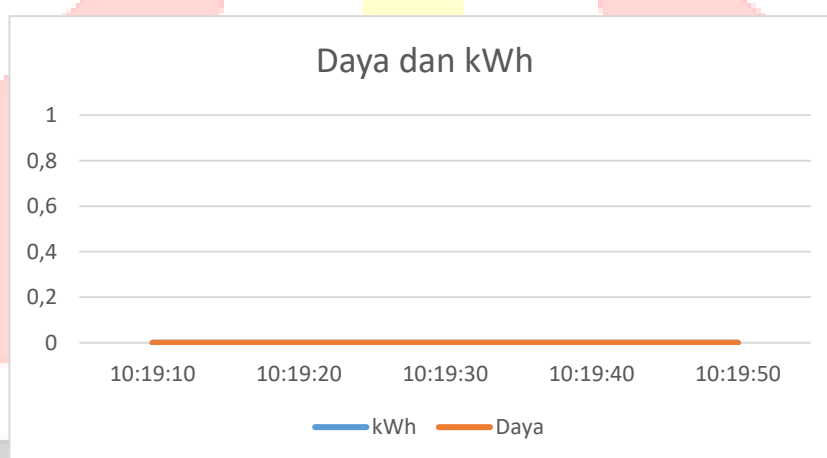
Gambar 3. 9 *Dashboard* PLN pada platform Antares.id

Berdasarkan gambar 3.11 dapat diketahui bahwa *dashboard* PLN mempunyai besaran nilai tegangan pada konsumen. Pada gambar 3.11 *dashboard* terlihat garis biru untuk menunjukkan nilai tegangan. *Dashboard* PLN ini hanya bisa diakses oleh PLN, selain gambar 3.11 terdapat pula *dashboard* status tegangan yang disajikan pada gambar 3.12.



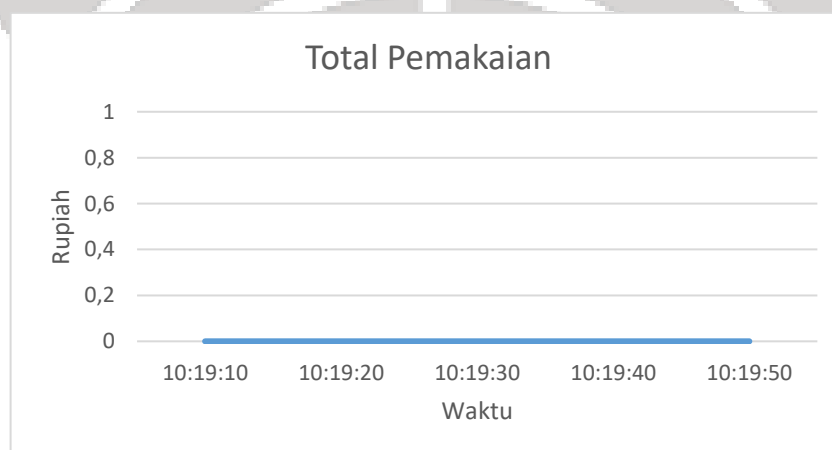
Gambar 3. 10 *Dashboard* PLN pada platform Antares.id

Berdasarkan pada gambar diatas dapat dilihat bahwa *dashboard* PLN terdapat perbedaan dengan *dashboard* pelanggan yaitu adanya status tegangan pada sisi pelanggan. Besaran tegangan dan frekuensi berfungsi sebagai indikator tegangan dan frekuensi pada sisi pelanggan yang dapat langsung ditindak lanjuti oleh PLN untuk menormalkan kembali tegangan pada pelanggan apabila terjadi tegangan abnormal pada pelanggan. Status tegangan dinotasikan dengan angka 0 untuk *under voltage*, 1 untuk *normal voltage*, dan 2 untuk *over voltage*. *Dashboard* PLN yang selanjutnya merupakan tampilan jumlah pemakaian kWh dan daya aktif dari pelanggan yang disajikan pada gambar 3.13.



Gambar 3. 11 *dashboard* jumlah pemakaian kWh dan daya aktif

Dashboard PLN selanjutnya adalah tampilan total pemakaian dalam rupiah yang disajikan pada gambar 3.14 berikut.



Gambar 3. 12 *Dashboard* PLN harga energi listrik pada konsumen

Berdasarkan pada gambar diatas terlihat nilai total pemakaian yang terpakai sesuai dengan nilai kWh yang terpakai dikalikan dengan harga dari PLN /kWh dalam bentuk grafik secara *real-time*.

3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat bertujuan untuk membuktikan hasil perancangan dan pembuatan alat berfungsi sesuai dengan tujuan pembuatan alat. Langkah-langkah pengujian alat adalah sebagai berikut.

3.3.1 Pengujian Fungsi Alat Dan *Dashboard platform*

Pengujian fungsi alat terbagi menjadi 2 yaitu pengujian fungsi pada alat dan fungsi pada *dashboard* pada perangkat telemetri. Pengujian alat meliputi pengujian *power supply*, dan pembacaan sensor. Pengujian fungsi pada *dashboard* perangkat telemetri dilakukan pada *dashboard user* dan PLN.

1. Pengujian *power supply* dilakukan dengan cara mengukur tegangan menggunakan multimeter pada komponen utama pada perangkat antara lain, HLK-5M05 *Stepdown AC to DC*, ESP32, dan sensor PZEM-004T. pengujian fungsi sensor PZEM-004T dengan cara membandingkan hasil pembacaan pada LCD dengan dilakukan pengukuran langsung dengan multimeter.
2. Pengujian *dashboard* dilakukan dengan cara membandingkan data yang dikirim oleh alat dengan tampilan yang diterima oleh *platform*. Pada *dashboard user* yang dibandingkan adalah data nilai kWh yang terpakai dengan data yang dikirim alat. *Dashboard* PLN diuji dengan membandingkan data nilai kWh yang terpakai dengan data yang dikirim alat, dan status tegangan sesuai data yang dikirim alat.

3.3.2 Langkah-Langkah Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor merupakan suatu proses pengaturan dan penyesuaian nilai pembacaan sensor dan membandingkan hasil pembacaan sensor PZEM-004T dengan tang *ampere* yang telah dikalibrasi sebelumnya. Pada proses kalibrasi diperlukan beberapa peralatan diantaranya tang ampere digital merk Kyoritsu, beban listrik dengan daya yang berbeda-beda. Beban listrik yang digunakan adalah lampu (11W), setrika listrik (350W), *magic com* (350W), kipas angin (40W).

Langkah-langkah untuk mengkalibrasi sensor adalah dengan mengukur arus beban dengan tang *ampere*. Kemudian dicatat dan dihitung selisih pembacaan sensor dengan tang *ampere*. Langkah tersebut dilakukan berulang kali dengan beban yang berbeda-beda.

3.3.3 Pengujian Jarak *Smart Meter* dengan *Gateway*

Pengujian koneksi *Smart Meter* dengan *gateway* LoRaWAN merupakan suatu proses pengujian jarak pengiriman data *smart meter* menuju *gateway*. Proses pengujian dengan cara Pengukuran dilakukan dengan cara menempatkan server *gateway* pada kantor Antares, sedangkan *smart meter* dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain yang sudah ditentukan. Pengukuran jarak uji coba antara server *gateway* dan *smart meter* ditarik secara garis lurus.

3.3.4 Pengujian Waktu Pengiriman dan Penerimaan *Smart Meter* terhadap Platform

Pengujian waktu pengiriman dan penerimaan smart meter terhadap platform merupakan proses pengujian waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan dan mem-publish data yang dikirimkan oleh *smart meter*. Pengujian ini dengan cara membandingkan dan *memonitoring* data yang telah terkirim ke *gateway* melalui serial *monitor* dan *dashboard* pada *platform*.

3.4 Simulasi Alat

Simulasi alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kecepatan respon alat untuk mendeteksi tegangan abnormal maupun frekuensi abnormal. Simulasi alat ini dengan cara mensimulasikan implementasi alat pada jaringan distribusi penyulang BDKR dengan *software* ETAP 16.0.

3.5 Analisis

Data yang didapat dari proses pengujian di analisis berdasarkan kajian literatur yang telah digunakan. Analisis dideskripsikan dalam bentuk alasan - alasan yang bersifat ilmiah

3.6 Pelaporan Hasil Penelitian

Tahap Akhir dari penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan berdasarkan tujuan, rumusan masalah, serta pembahasan dari perangkat yang telah dibuat.