

RANCANG BANGUN SISTEM METER LISTRIK PRABAYAR DENGAN PEMBAYARAN MENGGUNAKAN QRIS DI RUMAH KOST

Gregorio Diovani Wahanie, Resmana Lim, Indar Sugiarto
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto No. 121-131, Surabaya, 60236, Indonesia

E-Mail: g.diovani@gmail.com, resmana@petra.ac.id, indi@petra.ac.id

Abstrak – Pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem yang dapat memantau konsumsi listrik dengan metode memasang meter listrik digital berbasis mikrokontroler. Tidak seperti kWh Meter Prabayar PLN yang Offline, namun meter prabayar ini terhubung dengan internet/Online sehingga tidak memerlukan metode token, dan dapat dimonitor dan *top-up* pulsa listrik dapat dilakukan langsung secara online. Sistem ini nantinya akan terintegrasi secara online melalui aplikasi *payment gateway* untuk keperluan transaksi secara non-tunai. Sistem ini terdiri dari mikrokontroler *ESP32*, bagian output terdiri dari *LCD 16x2*, *buzzer*, *SSR* dan *LED*, dan bagian input terdapat sensor *PZEM* untuk mengukur energi listrik yang digunakan. Sistem ini juga dapat dimonitor secara internet berbasis *web*. Hasil Pengujian akurasi pengukuran energi *PZEM* dengan modul pembanding sejenis *SDM120* secara pembacaan dan Analisa matematis menunjukkan parameter yang mendekati sama. Pengujian pengisian pulsa berhasil melakukan pengisian ulang pulsa listrik sebesar 1 kWh dengan tarif yang dipasang sebesar Rp 1500,- per kWh. *Web dashboard* yang dikembangkan telah menunjukkan hasil fungsi monitoring dan report dari sistem meteran yang dibuat.

Kata Kunci - QRIS, ESP32, Payment Gateway, Sistem Meteran Prabayar

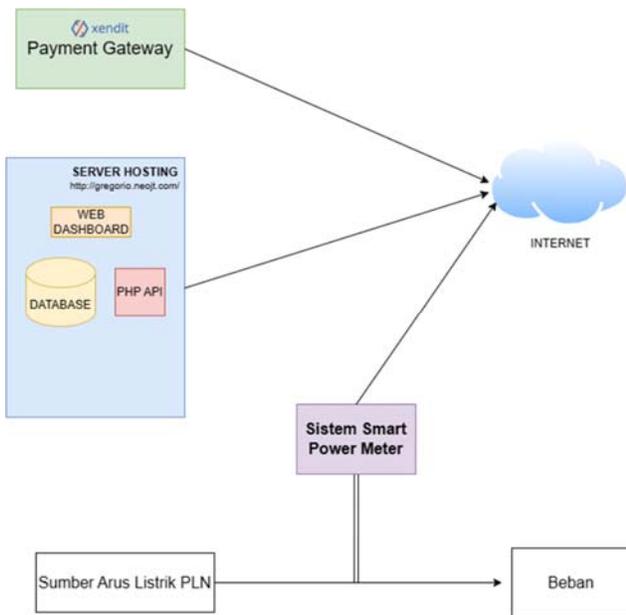
I. PENDAHULUAN

Memasuki era kemajuan digital yang terus berkembang pesat, memicu banyak penemuan dan inovasi yang mempengaruhi dan mengubah pola kehidupan disegala bidang. Demikian pula dibidang penyediaan energi listrik yang dilaksanakan oleh PT. PLN (Persero). Dalam rangka penyediaan energi listrik kepada masyarakat, PLN telah menerapkan Inovasi teknologi digital dengan masif, salah satunya adalah penerapan kWh meter digital untuk menggantikan kWh meter konvensional, dalam beberapa tahun terakhir semakin berkembang dengan menerapkan sistem kWh meter prabayar yang memiliki banyak kelebihan. Pada sistem prabayar dikenal adanya Pulsa Listrik dalam satuan kWh yang tercantum pada kWh meter prabayar yang nilainya ekuivalen dengan harga tarif dasar listrik PLN, Rupiah/kWh. Jika Pulsa Listrik habis atau hampir habis dapat diisi ulang atau top-up dengan cara membeli di fasilitas atau media transaksi diberbagai tempat atau dengan cara online, seperti ATM, mini market, Payment Point, mobile banking, e-wallet, dll). Dengan melakukan pembelian pulsa listrik maka pelanggan PLN akan memperoleh kode angka (20 digit) yang dikenal sebagai TOKEN untuk diinputkan melalui keypad pada kWh Meter guna menambah pulsa listrik.

Tugas akhir ini akan melakukan rancang bangun meter listrik pintar sistem Prabayar dengan biaya relatif murah didasarkan atas kebutuhan riil di berbagai bidang usaha yang berkaitan dengan penyaluran energi listrik kepada banyak titik (penyewa, tenant, booth, stand, lapak, kamar-kamar atau lainnya). Ada wacana sistem ini untuk di terapkan di Urban Farming “Alam Sari” PPPK Petra di Jalan Tegal Sari No. 12 Surabaya. Selama biaya konsumsi listrik yang disalurkan kepada penyewa/tenant pada umumnya digabungkan dengan biaya sewa bulanan dan konsumsi listrik pada masing masing titik penyewa tidak terukur sehingga nilai nominal dari konsumsi energi masing masing penyewa tidak bisa diketahui. Kondisi ini berpotensi merugikan pengelola jika penyewa mengkonsumsi listrik secara berlebihan, demikian pula sebaliknya penyewa kamar akan kelebihan bayar jika konsumsi listriknya kurang dari nilai nominal biaya energi listrik yang ditetapkan secara rata-rata dan digabungkan dengan biaya sewa.

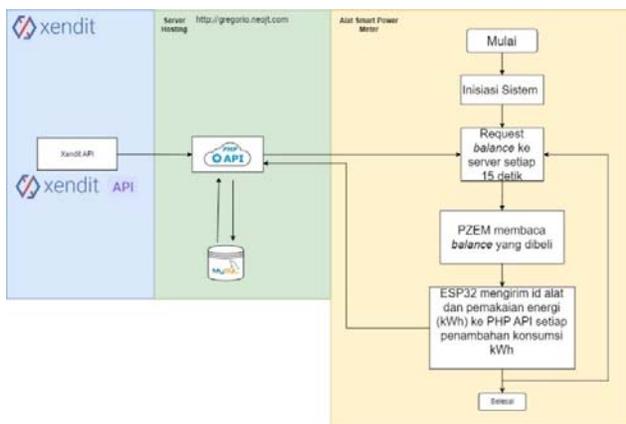
Dari permasalahan tersebut, maka dikembangkan suatu sistem yang dapat memantau konsumsi listrik dengan cara memasang meter listrik digital berbasis mikrokomputer pada masing-masing titik. Tidak seperti kWh Meter Prabayar PLN yang Offline, namun meter prabayar ini terhubung dengan internet / Online sehingga tidak memerlukan metode token, dan dapat dimonitor dan top-up pulsa listrik dapat dilakukan langsung secara online. Realisasi cara ini akan mendapatkan banyak manfaat, dimana konsumsi daya listrik penyewa menjadi terkendali dan biaya konsumsi listrik akan sesuai dengan biaya yang dibayarkan tanpa berpotensi merugikan salah satu pihak. Selanjutnya, akan dikembangkan cara pembelian pulsa listrik top up menggunakan *QRIS*, dimana penyewa atau tenant dapat melakukan transaksi pembelian pulsa listrik secara langsung dengan menggunakan Handphone masing-masing melalui media pembayaran digital online e-wallet atau mobile banking. Dengan sistem ini diharapkan akan mewujudkan transaksi energi yang praktis dan adil antara pengelola dengan penyewa, dimana nilai nominal yang dibayarkan kepada pemilik kost sesuai dengan nilai energi listrik yang dikonsumsi oleh penyewa. Sebuah aplikasi web juga dikembangkan dimana pengelola dapat memonitor hasil dari penjualan pulsa listrik.

II. DESKRIPSI SISTEM



Gambar 1. Arsitektur Sistem

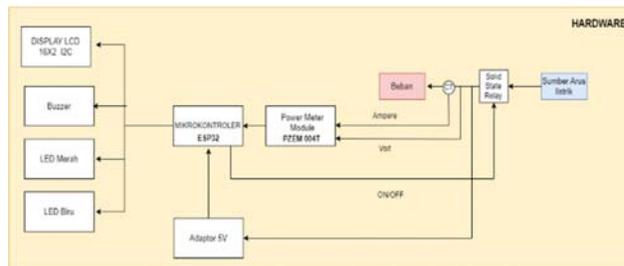
Dapat dilihat gambar 1 merupakan arsitektur sistem yang dibuat. Sumber arus listrik diambil dari PLN. Kemudian, sistem prabayar meter listrik ini dipasang sebelum menuju ke beban. Smart power meter ini nantinya akan terus berkomunikasi dengan server melalui media internet. Di dalam server hosting terdapat *PHP API* yang nantinya menghubungkan *payment gateway* Xendit ke dalam sistem. Database ditunjukkan untuk menyimpan data transaksi dan pembacaan energi sistem. Web Dashboard untuk menampilkan sebagai media monitoring berbasis web. *Payment Gateway* digunakan untuk mengintegrasikan pembayaran online menggunakan *QRIS* ke dalam sistem.



Gambar 2. Flow Pengiriman dan Pengambilan Data

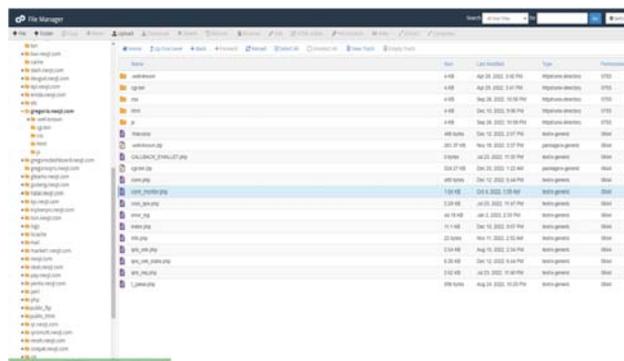
Di gambar 2, Saat terjadinya sebuah transaksi di *payment gateway*, Xendit *API* akan mengirim data respon pembayaran ke *PHP API*. Hasil data dikirim oleh Xendit *API* merupakan data *JSON* hasil transaksi yang dilakukan. Respon data pembayaran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam database. *ESP32* akan melakukan *request* total nominal *balance* ke server. Sensor *PZEM* kemudian akan mulai membaca pemakaian pulsa dari *balance* yang tersedia. Konsumsi

pemakaian energi dan *id smart power meter* akan dikirim ke server dan disimpan di dalam database.



Gambar 3. Desain Blok Diagram Rangkaian Hardware

Desain Blok Diagram *Hardware* ditujukan seperti gambar 3. *Board* utama yang digunakan sebagai mikrokontroler alat ini adalah model *ESP32 DEV*. Alasan menggunakan *ESP32* karena terdapat chip langsung yang bisa langsung di koneksikan ke internet. Modul-modul yang digunakan dalam pembuatan smart power meter ini adalah *ESP32 DEV*, *sensor PZEM*, *adapter 5V*, *SSR*, *Display LCD I2C*, *LED*, dan *Buzzer*



Gambar 4. File Index di Hosting

Web Server Hosting ditunjukkan untuk menyimpan berbagai file yang dibutuhkan oleh website. Pada gambar 4, Web Hosting yang digunakan adalah jenis *Shared Hosting* yang difasilitasi oleh jagoanhosting di alamat *subdomain gregorio.neojt.com*.

Dalam pembuatan sistem ini juga dimanfaatkan database untuk menyimpan data hasil transaksi dan data alat Smart Power Meter yang dikirim. Dalam tabel *t_transaksi* (gambar 5) akan berisi informasi transaksi dilakukan. Selain itu terdapat tabel monitoring pemakaian untuk menyimpan data konsumsi per *kWh* di tabel *t_pakai* (gambar 6).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	kd	int(10)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	id_kamar	varchar(15)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
3	amount_rp	double			No	None			Change Drop More
4	receipt_id	varchar(36)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
5	time	datetime(5)			No	current_timestamp(5)			Change Drop More

Gambar 5. Tabel Database Transaksi

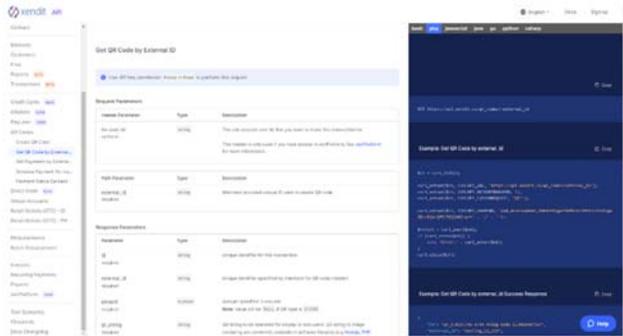
#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	kd	int(10)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop M
2	id_kamar	varchar(15)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop M
3	amount_rp	double			No	None			Change Drop M
4	receipt_id	varchar(36)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop M
5	time	datetime(5)			No	current_timestamp(5)			Change Drop M

Gambar 6. Tabel Database Pakai



Gambar 7. Pembuatan QR-CODE

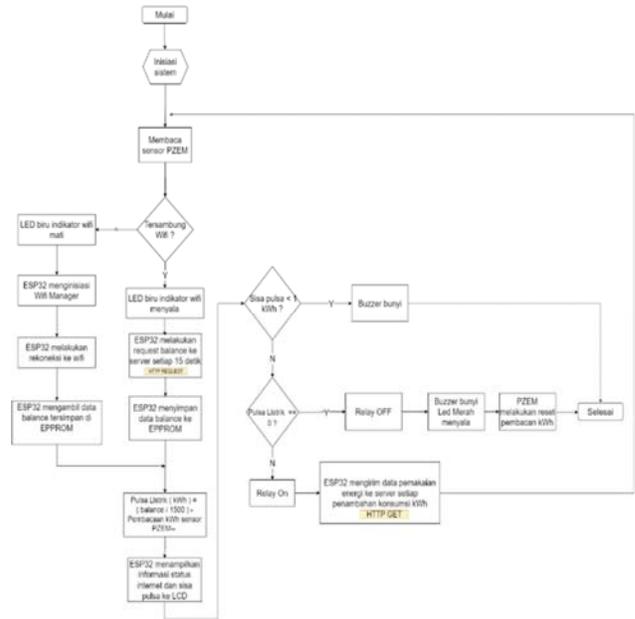
Aplikasi dari Payment Gateway Xendit digunakan untuk membuat sebuah kode *QR Code*. Prosedur awal yang harus dilakukan adalah mendaftar sebagai merchant Xendit. Pada pembuatan project ini, PT Neo Java Tech memfasilitasi sehingga tidak perlu lagi melakukan pendaftaran. Setelah melakukan pendaftaran, perlu dibuat *QR Code* melalui dashboard Xendit. Dapat dilihat di gambar 7, dibuat *QR Code* jenis statis. Refrensi id yang akan dibuat nantinya sebagai external-id atau pengenal Dari *QR Code* itu sendiri.



Gambar 8. Dokumentasi Xendit

Setelah Pembuatan kode *QR Code* selesai, Langkah selanjutnya perlu ditulis program untuk mengimplementasikan *API*-nya. Dalam dokumentasinya, Xendit memberikan Beberapa contoh metode *API* yang dapat digunakan, diantara lain: penerimaan pembayaran, pembuatan invoice, pengiriman dana, dan pengelolaan akun[1]. Dalam kasus ini, metode *API* diimplementasikan untuk mendapatkan respon pembayaran dana berdasarkan *QR Code* lewat *external-id*.

Xendit memberikan dokumentasi contoh kode untuk mendapatkan respon pembayaran dana melalui *QR Code* melalui *external id* dalam banyak bahasa pemrograman. Dalam pembuatan *API* ini, program ditulis *API*-nya menggunakan bahasa pemrograman *PHP*. Di dalam contoh pemrogramannya (gambar 8), untuk membuat sebuah *HTTP request*, library *CURL* digunakan untuk mendapatkan data melalui *url*. *CURL* itu sendiri nantinya mengambil hasil data respon pembayaran dana di Xendit, kemudian data respon dana tersebut dimasukkan ke dalam database.



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Alat dan Pengiriman Data

Pada Gambar 4 merupakan *flowchart* cara kerja alat *hardware* serta pengiriman data. *Inisiasi WIFI* dilakukan secara dinamis menggunakan *wifimanager* sehingga tak perlu lagi melakukan *hardcode* ke access point yang dituju. *ESP32* akan mengecek apakah berhasil terkoneksi oleh internet atau tidak. Saat terkoneksi internet, *ESP32* akan melakukan *request balance* ke server. Kemudian, *ESP32* akan menyimpan data *balance* itu ke dalam *EPPROM* dengan tujuan data *balance* tidak hilang saat *ESP32* mati atau kehilangan daya. *Balance* (rp) akan diubah dalam bentuk nilai *kWh*. *Balance* ini akan dikonversikan ke dalam bentuk nilai *float kWh* yang akan menjadi pulsa listrik yang dibeli. *PZEM* kemudian akan membaca jumlah energi listrik yang dikonsumsi dari beban yang terpasang. Hasil sisa pulsa listrik merupakan hasil matematis dengan formulasi seperti berikut.

$$\text{Sisa Pulsa} = \frac{\text{balance}}{\text{Tarif Harga}} - \text{Energi PZEM} \quad (1)$$

Keterangan:

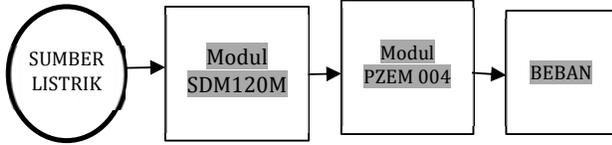
- Sisa Pulsa = Nilai sisa kWh pengguna (*float*)
- balance = Nilai rupiah hasil *request* dari server (*float*)
- Tarif dasar = Tarif rupiah per kWh (*double*)
- Energi PZEM = Hasil secara increment energi yang digunakan dari sensor PZEM (*float*)

Dalam Pembuatan smart power meter ini, tarif yang digunakan adalah sebesar Rp 1500,- per kWh. Tarif harga dapat disesuaikan sesuai dengan pemilik tenant.

Setiap ada penambahan konsumsi kWh yang dibaca *PZEM*, *ESP32* akan mengirim data pemakaian (kWh) dan *id smart power* tersebut ke server. Dalam kondisi pulsa listrik akan habis *buzzer* akan berbunyi. Jika pulsa habis, *LED* merah akan menyala dan *buzzer* berbunyi dan *PZEM* akan melakukan reset pembacaan *kWh* dari nol.

III. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA

A. Pengujian Pengukuran PZEM-004T



Gambar 5. Alur Pengujian Pengukuran

Pengujian validitas dan ketelitian pengukuran besaran listrik Modul PZEM-004T dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan modul sejenis sebagai pembanding atau referensi, yaitu modul Single Phase Energy Meter ‘Eastron’ SDM 120M [2]. Kedua modul tersebut memiliki tingkat akurasi yang setara yaitu 0,5% untuk pembacaan Arus (I), Tegangan (V) dan Daya Listrik(P)/Active Energy (W).

Pengujian dilakukan dengan mengkonfigurasi kedua buah modul secara seri dari sumber listrik dengan beban yang sama. Seperti digambar pada gambar 5. Prosedur pengujian dilakukan dengan memberikan beban yang sama dari suatu sumber listrik dan dilihat hasil pembacaan masing-masing modul dengan periode waktu interval 24 Jam dengan beban menggunakan kipas angin dan lampu (pembebanan tetap). Hasil pembacaan pengukuran dari 2 modul energy meter berbeda hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengukuran PZEM

Tanggal	Waktu	PZEM004		
		V (Volt)	I (Amp)	E (kWh)
15/10/2022	18.00	221,9	0,25	0
16/10/2022	18.00	221,0	0,25	1,326
17/10/2022	18.00	221,6	0,25	2,656
18/10/2022	18.00	221,2	0,25	3,983
19/10/2022	18.00	221,7	0,25	5,313
20/10/2022	18.00	221,8	0,25	6,644
21/10/2022	18.00	221,5	0,25	7,973
22/10/2022	18.00	221,0	0,25	9,299
23/10/2022	18.00	221,3	0,25	10,627
24/10/2022	18.00	220,9	0,25	11,952
25/10/2022	18.00	221,1	0,25	13,279
26/10/2022	18.00	221,5	0,25	14,608
27/10/2022	18.00	221,8	0,25	15,938
28/10/2022	18.00	221,2	0,25	17,266

Dari pengamatan hasil pembacaan dapat dianalisa dengan formulasi rumus daya sebagai berikut.

$$P = VI \cos \varphi \tag{2}$$

Keterangan:

- P = daya aktif (Watt)
- V = tegangan (Volt)
- I = kuat arus listrik (A)
- Cos φ = faktor daya

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengukuran SDM120

Tanggal	Waktu	SDM 120M		
		V (Volt)	I (Amp)	E (kWh)
15/10/2022	18.00	222,4	0,25	0
16/10/2022	18.00	221,6	0,25	1,330
17/10/2022	18.00	222,3	0,25	2,663
18/10/2022	18.00	221,8	0,25	3,994
19/10/2022	18.00	222,3	0,25	5,328
20/10/2022	18.00	222,5	0,25	6,663
21/10/2022	18.00	221,9	0,25	7,994
22/10/2022	18.00	221,6	0,25	9,324
23/10/2022	18.00	221,7	0,25	10,65
24/10/2022	18.00	221,5	0,25	11,98
25/10/2022	18.00	221,7	0,25	13,31
26/10/2022	18.00	221,9	0,25	14,64
27/10/2022	18.00	222,3	0,25	15,97
28/10/2022	18.00	221,8	0,25	17,30

Dari pengamatan hasil pembacaan dianalisa dengan persamaan 2, nilai Daya Listrik yang diperoleh sesuai dengan hasil pembacaan. Contoh analisa matematis hasil pengukuran awal:

1. PZEM 004, $P = 221,0 \text{ V} \times 0,25 \text{ A} \times 0,99 = 54,6975 \text{ Watt}$
2. SDM120M, $P = 221,6 \text{ V} \times 0,25 \text{ A} \times 0,99 = 54,8460 \text{ Watt}$

Terdapat selisih nilai tegangan (V) dimana SDM120 > PZEM sehingga ada sedikit perbedaan nilai perhitungan daya listrik, karena dikonfigurasi secara seri (lihat Gambar 6), sehingga terjadi drop tegangan pada PZEM yang nilainya relatif kecil karena rata-rata $\Delta V = 0,5 \text{ V}$, sedangkan arus konstan 0,25 Ampere karena bebannya sama.

Untuk pembacaan energi aktif pada kedua modul, terlihat kenaikan konstan setiap pembacaan pada interval 1x24 Jam dalam satuan kWh. Analisa perhitungannya matematisnya sebagai berikut,

Sedangkan untuk hasil pembacaan nilai kWh dapat dianalisa dengan formulasi rumus daya sebagai berikut.

$$W = P \cdot t \tag{3}$$

Keterangan:

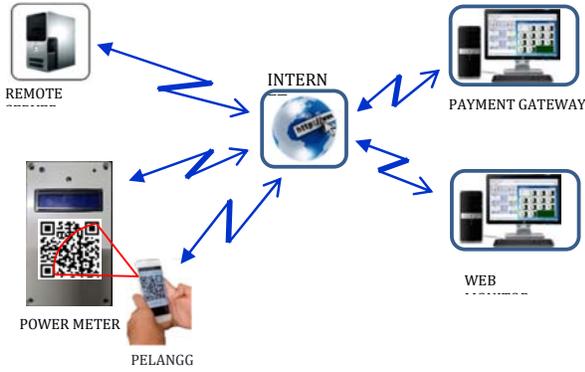
- W = Energi (kWh)
- P = Daya aktif (Watt)
- T = Waktu dalam jam (Jam)

Untuk periode waktu 24 Jam maka perhitungan energi aktif adalah jumlah daya listrik pada periode waktu tertentu:

1. PZEM : $54,6975 \text{ Watt} \times 24 \text{ Hours} = 1.312,74 \text{ Wh} = 1,312 \text{ kWh}$
2. SDM120M : $54,8460 \text{ Watt} \times 24 \text{ Hours} = 1.316,304 \text{ Wh} = 1,316 \text{ kWh}$

Terlihat nilai energi aktif hasil pembacaan dan analisa matematis pada masing-masing modul mendekati sama dan nilai energi aktif sama mengalami tren kenaikan bernilai sama pada setiap interval waktu.

B. Pengujian Transaksi Pembelian Pulsa Listrik



Gambar 6. Konfigurasi Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan Smart Power Meter (SPM) dan dengan menggunakan smartphone untuk melakukan pembelian pulsa listrik dengan langkah-langkah sebagai berikut,

1. Aktifkan unit *power meter*, pada display terlihat sisa kwh kondisi awal Nol (tidak ada pulsa). Notifikasi led menyala merah dan alarm audio dari *buzzer* berbunyi, yang berarti perlu melakukan pembelian atau pengisian ulang pulsa listrik.
2. Pada smartphone buka aplikasi salah satu e-wallet atau mobile banking untuk melakukan transaksi pembelian pulsa listrik. Pada pengujian ini menggunakan Mobile Banking Bank Mandiri.
3. Arahkan *smartphone* ke *QR Code* didepan Smart Power Meter, kemudian isikan nominal harga pulsa listrik yang akan dibeli, setelah selesai proses akan muncul nilai kwh yang sesuai dengan harga nominal pembelian.

pulsa ditetapkan untuk adalah Rp. 1.500/kwh, dengan dasar perhitungan rata rata daya listrik perkamar sebesar 350 Watt max.



Gambar 7. Pengujian Pembelian Pulsa Listrik Menggunakan QRIS

Pembelian pulsa listrik dilakukan menggunakan fitur QRIS pada aplikasi *e-money OVO* pada smartphone, setelah transaksi pembelian berhasil maka display Smart Power Meter menunjukkan penambahan pulsa sebesar 0,99 ~ 1 kWh, notifikasi *LED* berwarna hijau yang berarti Smart Power Meter aktif bekerja dan listrik disalurkan ke beban. Pada display terlihat beban kipas angin sebesar 58,9 Watt.

C. Pengujian Pola Prabayar

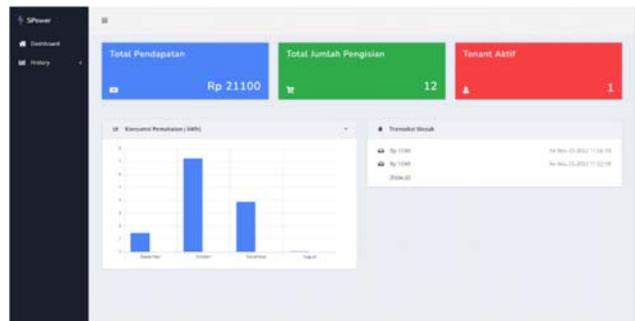
Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Beban

SDM120					
BEBAN	W	T1	kWh	T2	kWh
Dispenser	94,9	19.54	10,99	21.54	11,18
Kulkas	83,8	22.00	11,18	22.30	11,22
Kipas Angin	54,3	23.00	11,22	00.00	11,28
Blender	88,1	00.30	11,28	01.30	11,36
PC	25,2	01.45	11,36	03.45	11,41
PZEM004					
BEBAN	W	T1	kWh	T2	kWh
Dispenser	94,8	19.54	5	21.54	4,81
Kulkas	83,7	22.00	4,81	22.30	4,77
Kipas Angin	54,3	23.00	4,77	00.00	4,71
Blender	88,0	00.30	4,71	01.30	4,63
PC	25,1	01.45	4,63	03.45	4,58

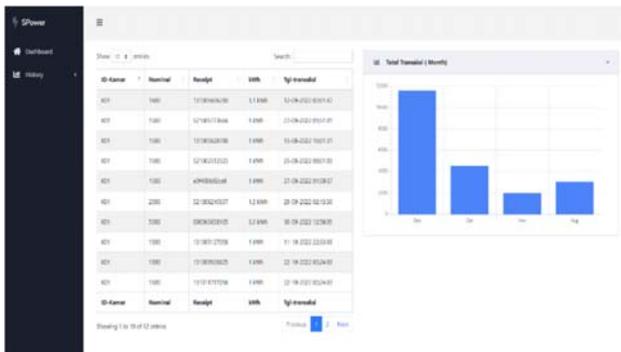
Pada percobaan pengujian ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan pola prabayar dengan referensi alat modul SDM 120 sebagai alat ukur pembanding. Konfigurasi pengujian dilakukan seperti gambar 5. Pengujian ini dilakukan dengan melihat pembacaan parameter kWh masing-masing alat dan SDM 120 variasi periode waktu.

Dari pembacaan terlihat terjadi pengurangan dari nilai kWh pada *smart power meter* dengan berbagai jenis beban secara bergantian. Pembebanan dilakukan untuk beberapa periode tertentu dengan pengisian awal sebesar 5 kWh atau nilai pembelian pulsa listrik nominal Rp. 7.500.

D. Pengujian Aplikasi Web Monitoring Dashboard



Gambar 8. Halaman Home



Gambar 9. Halaman Transaksi

Pengujian web dashboard dilakukan untuk memeriksa apakah aplikasi yang dibangun dapat merepresentasikan fungsi-fungsi monitoring dan pelaporan dari sistem. Pada pengujian dashboard telah menampilkan beberapa item pelaporan yang perlu untuk ditampilkan seperti total transaksi, aktif/non-aktif client (kamar) dan data historis konsumsi kWh.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil Rancang Bangun prototype Meter Listrik Prabayar dengan Sistem Pembelian Pulsa Listrik Online menggunakan QRIS dapat disimpulkan

- 1) Dengan dukungan kemajuan teknologi IoT dengan menerapkan pola prabayar online dan sistem pembayaran online dengan QRIS, maka dapat diwujudkan pengelolaan, penyaluran dan penjualan energi listrik dari penyedia sewa secara digital kepada penyewa.
- 2) Tarif dapat ditentukan disesuaikan keinginan pemilik properti, dapat dinaikan diatas tarif PLN untuk menambah pemasukan sebagai reseller energi listrik.
- 3) Monitoring Transaksi dan konsumsi listrik kWh dapat diakses melalui web browser melalui jaringan internet

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Xendit. (2019). *Integrasi API*, Xendit, [Online]. Available: <https://docs.Xendit.co/id/API-integration>.
- [2] Zhejiang Eastron Electronic Co.,Ltd.. (2017). *SDM120_Series_Manual V 1.2*, [PDF]. Available: https://www.eastroneurope.com/images/uploads/products/manuals/SDM120_Series_Manual_.pdf.
- [3] SITEPU, J. (2020). *Membaca Sensor PZEM-004t dengan nodemcu Arduino*. Diakses di mikroavr.com: <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino/>