

PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN PENGISIAN TOKEN LISTRIK PRABAYAR MENGGUNAKAN ARDUINO UNO BERBASIS WEBSITE

Yedija Novriandry¹, Dedi Triyanto², Suhardi³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jalan Prof Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak
Telp./Fax. : (0561) 577963
e-mail: ¹yedijanovriandry@gmail.com, ²dedi.triyanto@siskom.untan.ac.id,
³suhardi@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Energi listrik telah menjadi kebutuhan bagi manusia. Di Indonesia listrik di kelola PT. PLN Persero menggunakan metode pascabayar dan prabayar. Saat ini masyarakat cenderung menggunakan metode prabayar dengan sistem kWh meter digital namun metode ini memiliki kelemahan yaitu pelanggan tidak bisa mengisi dan memantau sisa token listrik dari jarak jauh. Oleh karena itu, dibuatlah *prototype monitoring* dan pengisian token listrik prabayar menggunakan *arduino uno* berbasis *website* untuk memudahkan masyarakat mengetahui sisa token dan melakukan pengisian token dari jarak jauh. Sistem dibangun memerlukan koneksi internet agar dapat berjalan. Perangkat keras mengirimkan data sisa token, pemakaian dalam watt, data status saklar, dan kode alat ke perangkat lunak. *User* dapat membeli token listrik kWh dan memasukan kode token ke *website*. Pengujian keseluruhan sistem mencakup pengujian pengisian kode token kWh dari jarak jauh dan *monitoring* sisa token kWh dari jarak jauh. Pengujian pengisian kode token kWh dari jarak jauh bertujuan melihat apakah alat dapat menerima data pengisian token dari jarak jauh. Hasil pengujian dilakukan 15 kali percobaan dengan hasil 15 kali berhasil. Pengujian *monitoring* sisa token kWh dari jarak jauh bertujuan melihat sinkronisasi data sisa token kWh di *website* dengan di alat. Hasil pengujian dilakukan 15 kali percobaan dengan hasil 15 kali sesuai.

Kata kunci: *prototype, Arduino uno, kWh meter digital*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini di negara Indonesia energi listrik di kelola oleh PT. PLN Persero untuk menyalurkan listrik ke rumah masyarakat. Penyaluran listrik awalnya menggunakan metode pascabayar yaitu seseorang menggunakan listrik dalam satu bulan setelah itu baru melakukan transaksi pembayaran tagihan listrik. Salah satu kelemahan metode pascabayar adalah kesulitan dalam pencatatan konsumsi energi listrik dan membutuhkan usaha yang lebih seperti jumlah pekerja pencatat meteran listrik, transportasi dan waktu. Akhirnya PT. PLN Persero mengubah metode pascabayar menjadi metode prabayar dimana pelanggan diharuskan membayar terlebih dahulu sebelum menggunakan listrik. Sekarang masyarakat di Indonesia banyak menggunakan metode prabayar dengan sistem kWh meter digital. Akan tetapi metode prabayar memiliki kelemahan yaitu pelanggan

tidak bisa memantau pemakaian listrik dan pengisian token listrik dari jarak jauh.

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian oleh Sudimanto [1] dengan pengisian token listrik menggunakan SMS (*Short Messages Services*). Penelitian ini menghasilkan *output* berupa token listrik terisi melalui SMS ke *Wavecom* dan diproses oleh Mikrokontroler.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh A. Muhammad Syafar [2] dengan sistem pengisian voucher listrik jarak jauh via sms berbasis mikrokontroler. Namun pada penelitian ini tidak terdapat fitur tentang informasi apabila token akan habis atau status token.

Penelitian selanjutnya juga pernah dilakukan oleh Riki Ruli A.Siregar, Hengki Sikumbang, dan Rio Jefri Pasaribu [3] dengan model pengisian pulsa listrik kWh meter dengan *smart card*. Proses masukan

pulsa listrik ke dalam meteran listrik menggunakan *smart card* dapat dilakukan ketika melakukan *tipping smart card* dengan jarak *tipping* kurang dari 10 cm, maka pulsa akan terbaca otomatis ke dalam aplikasi yang sudah dibuat. Namun terdapat kekurangan yaitu apabila ingin melakukan isi ulang pada kWh Meter pengguna harus melakukan *tipping* terlebih dahulu pada kWh Meter.

Berdasarkan permasalahan yang diangkat dari penelitian sebelumnya, maka dibuatlah *prototype* sistem *monitoring* dan pengisian token listrik prabayar menggunakan *Arduino Uno* berbasis *website* untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pengisian token secara otomatis jarak jauh serta dapat mengetahui informasi status token yang tersisa pada kWh meter.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik tombol *reset*. Gambar 1 merupakan gambar fisik dari *Arduino Uno*.



Gambar 1. *Arduino Uno* [4]

Spesifikasi dari *Arduino Uno* adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler: ATmega328
2. Tegangan Operasi: 5V
3. Tegangan *Input* (*recommended*): 7-12V
4. Tegangan *Input* (*limit*): 6-20V
5. Pin digital I/O: 14 (6 diantaranya pin PWM)
6. Pin analog *input*: 6
7. Arus DC per pin I/O: 40mA
8. Arus DC untuk pin 3.3V: 150mA
9. Flash Memory: 32kb dengan 0.5kb digunakan untuk bootloader
10. EEPROM: 1kb
11. Kecepatan Pewaktuan: 16Mhz

2.2 Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengukuran tegangan AC dapat dilakukan dengan cara dirubah menjadi DC agar lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler. Mikrokontroler yang dilengkapi dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) tidak dapat membaca sinyal negatif, maka dari itu tegangan negatif harus dinaikkan offsetnya menjadi 2,5V sehingga terdapat perbedaan antara nilai negatif dan positif. Gambar 2 merupakan gambar fisik dari sensor tegangan ZMPT101B [5].



Gambar 2. Sensor Tegangan ZMPT101B [5]

2.3 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Gambar 3 merupakan gambar fisik dari modul sensor arus ACS712 [6].



Gambar 3. Sensor Arus ACS712 [6]

2.4 Modul *Relay 1 Channel*

Relay adalah bagian dari sistem proteksi tenaga listrik yang berupa saklar yang dioperasikan semi otomatis. *Relay* merupakan komponen elektromekanik yang memiliki 2 bagian utama yaitu elektromagnet yang berupa koil dan mekanika yang berupa seperangkat kontak saklar. *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Gambar 4 merupakan gambar fisik dari *relay modul 1 channel* [5].



Gambar 4. Modul *Relay 1 Channel* [5]

2.5 Modul GSM SIM 800L

SIM800L adalah modul SIM yang digunakan pada penelitian ini. Modul SIM800L GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan *Handphone*. *AT Command* adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT. Gambar 5 merupakan gambar fisik dari modul GSM SIM 800L [7].



Gambar 5. Modul GSM SIM 800L [7]

2.6 *Miniature Circuit Breaker* (MCB)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen dalam instalasi listrik rumah yang mempunyai peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit*).



Gambar 6. Simbol MCB dan *Toggle Switch* [8]

Berdasarkan simbol pada Gambar 6, MCB mempunyai tiga macam fungsi yaitu [8]:

1. Pemutus Arus

MCB mempunyai fungsi sebagai pemutus arus listrik ke arah beban. Dan

fasilitas pemutus arus ini bisa dilakukan secara manual dengan merubah *toggle switch* yang ada didepan MCB (biasanya berwarna biru atau hitam) dari posisi “ON” ke posisi “OFF” kemudian bagian mekanis dalam MCB akan memutus arus listrik.

2. Proteksi Beban Lebih (*Overload*)

Fungsi ini akan bekerja bila MCB mendeteksi arus listrik yang melebihi rating-nya. Misalnya, MCB mempunyai rating arus listrik 6A tetapi arus listrik aktual yang mengalir melalui MCB tersebut ternyata 7A, maka MCB akan *trip* dengan *delay* waktu yang cukup lama sejak MCB ini mendeteksi arus lebih tersebut. Bagian di dalam MCB yang menjalankan tugas ini adalah sebuah *strip* bimetal.

3. Proteksi Hubung Singkat (*Short Circuit*)

Fungsi proteksi ini akan bekerja bila terjadi *short circuit* atau hubung singkat arus listrik. Terjadinya hubung singkat akan menimbulkan arus listrik yang sangat besar dan mengalir dalam sistem instalasi listrik rumah [8].

2.7 *Liquid Crystal Display* (LCD) dan *Intergrated Circuit* (IC)

LCD adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamatkan dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan *back light*.

Proses inialisasi pin *Arduino* yang terhubung ke pin LCD RS, *Enable*, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris *Liquid Crystal* (2, 3, 4, 5, 6, 7), dimana LCD merupakan *variable* yang dipanggil setiap kali intruksi terkait LCD akan digunakan [9].

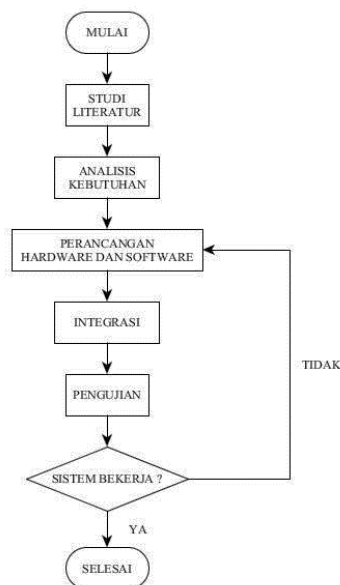
2.8 Telegram API

Telegram menyediakan 2 bentuk API, API yang pertama adalah klien IM Telegram, yang berarti semua orang dapat menjadi pengembang klien IM Telegram jika diinginkan. Ini berarti jika seseorang ingin mengembangkan Telegram versi mereka sendiri mereka tidak harus memulai semua dari awal lagi. Telegram menyediakan *source code*

yang mereka gunakan saat ini. Tipe *API* yang kedua adalah Telegram Bot *API*. *API* jenis kedua ini memungkinkan siapa saja untuk membuat bot yang akan membalas semua penggunaannya jika mengirimkan pesan perintah yang dapat diterima oleh Bot tersebut. Layanan ini masih hanya tersedia bagi pengguna yang menggunakan aplikasi Telegram saja. Sehingga pengguna yang ingin menggunakan Bot harus terlebih dahulu memiliki akun Telegram. Bot juga dapat dikembangkan oleh siapa saja [10].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam merealisasikan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Penelitian

Pada penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk akan dilakukan pengumpulan teori-teori atau referensi yang berhubungan dengan pembuatan *prototype* sistem *monitoring* dan pengisian token listrik prabayar menggunakan *Arduino Uno* yang terintegrasi dengan *website*. Tahap analisis kebutuhan meliputi kebutuhan mengenai objek yang akan diteliti, serta kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak penunjang untuk pembuatan *prototype* dan *website*. Tahap perancangan meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan pada rangkaian yang akan dibangun pada *prototype*. Perancangan

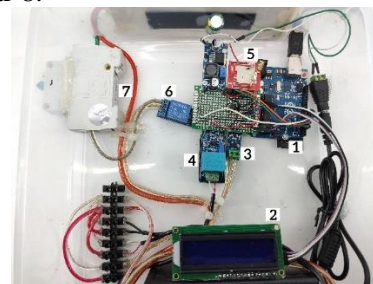
perangkat lunak meliputi program yang akan dibuat untuk mengoperasikan alat dan program pada *website* yang berfungsi sebagai *interface*. Tahap integrasi akan dilakukan penggabungan dari hasil perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam tahap pengujian, perancangan yang sudah diintegrasikan akan dilakukan pengujian dengan tujuan agar bisa mengetahui cara kerja dari *prototype* yang telah dirancang, baik itu dari *input* maupun *output*. Unit proses dari sistem yaitu *Arduino Uno* dan unit *output* berupa antarmuka *website*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Perangkat Keras

4.1.1 Implementasi *Prototype* kWh Meter Digital

Hasil implementasi dari perancangan *prototype* sistem *monitoring* dan pengisian token listrik prabayar menggunakan *Arduino Uno* berbasis *website* pada dapat dilihat pada Gambar 8.



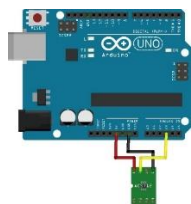
Gambar 8 Hasil Implementasi *Prototype* Sistem *Monitoring* dan Pengisian Token Listrik Prabayar

Pada Gambar 8 terdapat beberapa komponen yang membentuk sebuah sistem pada *prototype*. Adapun komponen-komponen tersebut yaitu:

1. *Arduino Uno*
2. LCD dan LCD Backpack
3. Sensor Arus ACS712
4. Sensor Tegangan ZMPT101B
5. Modul GSM SIM 800L
6. Modul Relay 1 Channel
7. MCB 2 Ampere

4.1.2 Implementasi *Arduino Uno* dan Sensor Arus ACS712

Dalam sistem yang dibangun untuk mengukur arus pada *prototype* adalah dengan menggunakan sensor ACS712. Rangkaian sensor arus ACS712 yang terhubung ke *Arduino Uno* bisa dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Implementasi Rangkaian *Arduino Uno* dan Sensor Arus ACS712

4.1.3 Implementasi *Arduino Uno* dan Sensor Tegangan ZMPT101B

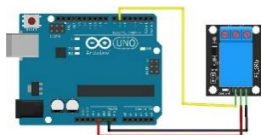
Dalam sistem yang dibangun untuk mengukur tegangan pada *prototype* adalah dengan menggunakan sensor ZMPT101B. Rangkaian sensor tegangan ZMPT101B yang terhubung ke *Arduino Uno* bisa dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Implementasi Rangkaian *Arduino Uno* dan Sensor Tegangan ZMPT101B

4.1.4 Implementasi *Arduino Uno* dan Modul *Relay 1 Channel*

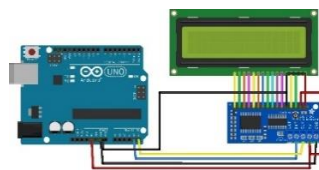
Dalam sistem yang dibangun untuk memutuskan arus listrik pada *prototype* adalah dengan menggunakan modul *relay 1 channel*. Rangkaian modul *relay 1 channel* yang terhubung ke *Arduino Uno* bisa dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Implementasi Rangkaian *Arduino Uno* dan Modul *Relay 1 Channel*

4.1.5 Implementasi *Arduino Uno* dan LCD *Backpack*

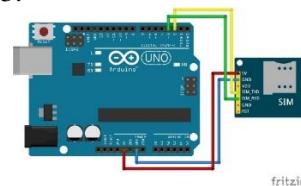
Dalam sistem yang dibangun untuk menghubungkan *Arduino Uno* dengan LCD pada *prototype* adalah dengan menggunakan LCD *backpack*. Rangkaian LCD *backpack* yang terhubung ke *Arduino Uno* bisa dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Implementasi Rangkaian *Arduino Uno* dan LCD *Backpack*

4.1.6 Implementasi *Arduino Uno* dan Modul GSM SIM 800L

Dalam sistem yang dibangun untuk menghubungkan *prototype* dengan internet adalah dengan menggunakan modul GSM SIM 800L. Rangkaian modul GSM SIM 800L yang terhubung ke *Arduino Uno* bisa dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Implementasi Rangkaian *Arduino Uno* dan Modul GSM SIM 800L

4.2 Implementasi Perangkat Lunak

4.2.1 Hasil Implementasi Tabel *Database*

1. Tabel *users*

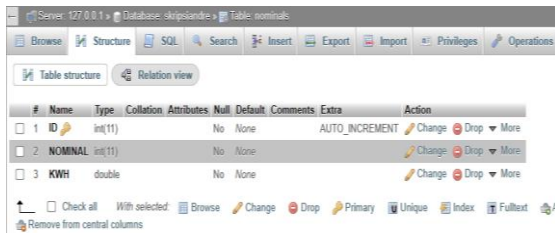
Gambar 14 merupakan hasil implementasi tabel *users* pada *database* antarmuka *website*. Di dalam tabel ini berisikan informasi *username* dan *password* yang pernah mengakses *website*.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	ID	bigint(20)			No	None			Change Drop More
2	USERNAME	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
3	PASSWORD	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
4	NAME	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
5	KWH_TOTAL	double			No	None			Change Drop More
6	PROV	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
7	ALAMAT	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
8	IS_DELETED	bit(1)			No	None			Change Drop More
9	ID_ALAT	varchar(32)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More

Gambar 14 Implementasi Tabel *Users* pada *Database*

2. Tabel *nominals*

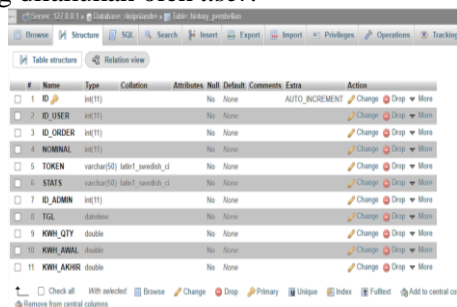
Gambar 15 merupakan hasil implementasi tabel *nominals* pada *database* antarmuka *website*. Di dalam tabel ini berisikan informasi tentang harga penjualan token kWh listrik Prabayar.



Gambar 15 Implementasi Tabel Nominals pada Database

3. Tabel history_pembelian

Gambar 16 merupakan hasil implementasi tabel history_pembelian pada database antarmuka website. Di dalam tabel ini berisikan data riwayat transaksi pembelian yang dilakukan oleh user.



Gambar 16 Implementasi Tabel History_pembelian pada Database

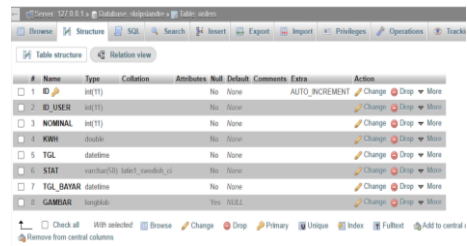
4. Tabel history_kwh
 Gambar 17 merupakan hasil implementasi tabel history_kwh pada database antarmuka website. Di dalam tabel ini berisikan riwayat penggunaan kWh listrik prabayar oleh users.



Gambar 17 Implementasi Tabel History_kwh pada Database

5. Tabel orders

Gambar 18 merupakan hasil implementasi tabel orders pada database antarmuka website. Di dalam tabel ini berisikan transaksi pembelian kode token kWh listrik prabayar oleh users.



Gambar 18 Implementasi Tabel Orders pada Database

4.2.2 Hasil Implementasi Antarmuka (Website)

1. Tampilan Halaman Login

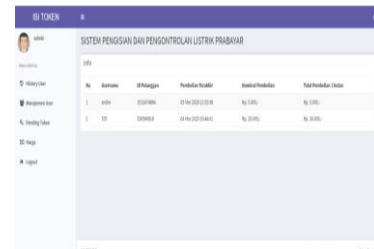
Gambar 19 merupakan implementasi halaman login pada antarmuka website. Pada halaman ini terdapat form username yang berfungsi untuk mengisi nama pengguna yang akan mengakses website, form password yang berfungsi untuk mengisi password pengguna website, serta tombol login yang berfungsi untuk meneruskan ke halaman selanjutnya jika username dan password telah terisi dengan benar.



Gambar 19 Halaman Login

2. Tampilan Halaman History User

Gambar 20 merupakan implementasi halaman history user pada antarmuka website. Halaman history user adalah halaman yang menampilkan riwayat transaksi pembelian token oleh user selama 1 bulan terakhir.



Gambar 20 Halaman History User

3. Tampilan Halaman Manajemen User

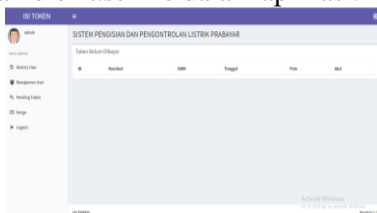
Gambar 21 merupakan implementasi halaman manajemen user pada antarmuka website. Halaman manajemen user adalah halaman yang mengatur data-data dari user seperti username, nama lengkap, password, ID pelanggan, alamat, dan ID alamat. Admin juga dapat melakukan perubahan data atau menghapus data-data dari user.



Gambar 21 Halaman Manajemen User

4. Tampilan Halaman Pending Token

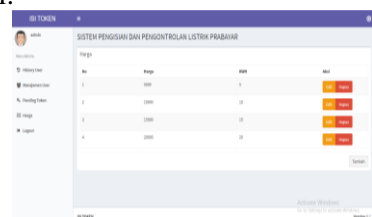
Gambar 22 merupakan implementasi halaman *pending* token pada antarmuka *website*. Halaman *pending* token adalah halaman yang menampilkan transaksi pembelian dari *user* yang belum melakukan transaksi pembayaran untuk token listrik yang dibeli. Admin dapat melakukan verifikasi terhadap bukti pembayaran token listrik yang diunggah oleh *user* ke dalam aplikasi.



Gambar 22 Halaman Pending Token

5. Tampilan Halaman Harga

Gambar 23 merupakan implementasi halaman harga pada antarmuka *website*. Halaman harga adalah halaman yang menampilkan daftar harga dari token listrik yang dijual kepada *user*. Admin dapat menambah jumlah token yang dijual ke dalam aplikasi. Admin juga dapat melakukan perubahan harga dari token yang dijual serta dapat menghapus token yang dijual dalam aplikasi.



Gambar 23 Halaman Harga

6. Tampilan Halaman Dashboard User

Gambar 24 merupakan implementasi halaman *dashboard user* pada antarmuka *website*. Halaman *dashboard user* menampilkan informasi status alat yang sedang aktif atau nonaktif, sisa token listrik, penggunaan token listrik, dan waktu terakhir *user* login ke sistem.



Gambar 24 Halaman Dashboard User

7. Tampilan Halaman Token

Gambar 25 merupakan implementasi halaman token pada antarmuka *website*. Halaman token adalah halaman yang digunakan oleh *user* untuk membeli token listrik, memasukan kode token, serta menampilkan data pelanggan dari *user*.



Gambar 25 Halaman Token

8. Tampilan Halaman History Pemakaian

Gambar 26 merupakan implementasi halaman *history* pemakaian pada antarmuka *website*. Halaman *history* pemakaian adalah halaman yang menampilkan yang menampilkan riwayat pembelian dan pemakaian token listrik selama 1 bulan terakhir.



Gambar 26 Halaman History Pemakaian

4.3 Pengujian

4.3.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Pengujian Pengukuran Arus Listrik

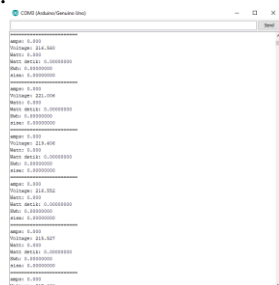
Alat yang digunakan untuk mengukur arus listrik dalam penelitian ini adalah sensor arus ACS712. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat kinerja dari sensor arus dalam mengukur arus listrik. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai hasil ukur sensor ACS712 dengan alat ukur multimeter Zotek ZT102 dengan cara melihat nilai arus yang dihasilkan oleh beban. Beban yang digunakan pada pengujian ini adalah *hair dryer*.

Tabel 1 Pengujian Pengukuran Arus Listrik

No.	Sensor Arus ACS712	Alat Ukur Multimeter	Selisih	Error%
	Ampere (A)	Ampere (A)		
1	1.816	1.974	-0.158	8.7
2	2.036	1.973	0.063	3.094
3	1.996	1.972	0.024	1.202
4	1.922	1.974	-0.052	2.706
5	1.924	1.975	-0.051	2.651
6	1.931	1.975	-0.044	2.279
7	1.928	1.976	-0.048	2.490
8	1.926	1.974	-0.05	2.492
9	1.925	1.975	-0.054	2.597
10	1.919	1.973	-0.021	2.814
11	1.951	1.972	0.022	1.076
12	1.993	1.971	-0.034	1.104
13	1.936	1.970	-0.031	1.756
14	1.941	1.972	-0.061	1.597
15	1.912	1.973	-0.036	3.19
Rata-rata	1.937	1.973	-0.036	1.93

2. Pengujian Pengukuran Tegangan Listrik

Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik pada penelitian ini adalah sensor tegangan ZMPT101B. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat kinerja dari sensor tegangan dalam mengukur tegangan listrik pada alat. Pengukuran tegangan listrik dilakukan dengan membandingkan nilai hasil ukur sensor ZMPT101B dengan alat ukur multimeter Zotek ZT102 dengan cara melihat nilai tegangan yang ditampilkan oleh aplikasi *Arduino IDE* dan multimeter seperti pada Gambar 28 dan Gambar 29.



Gambar 27 Tegangan yang ditampilkan oleh *Arduino Uno*



Gambar 28 Tegangan yang dihasilkan oleh Multimeter

Tabel 2 Pengujian Pengukuran Tegangan Listrik

No.	Sensor Tegangan ZMPT101B	Alat Ukur Multimeter	Selisih	Error%
	Volt (V)	Volt (V)		
1	220.7	215.3	5.4	2.4
2	225.4	215.6	9.8	4.3
3	225.7	215.4	10.3	4.6
4	223.3	215.2	8.1	3.6
5	219.2	214.3	4.9	2.2
6	218.8	214.2	4.6	2.1
7	222.3	214.5	7.8	3.5
8	223.7	214.8	8.9	4.0
9	219.7	215.2	4.5	2.0
10	219.3	215.4	3.9	1.8
11	220.8	215.6	5.2	2.4
12	225.3	215.7	9.6	4.3
13	220.7	215.6	5.1	2.3
14	219.2	215.5	3.7	1.7
15	220.9	215.3	5.6	2.5
Rata-rata	221.7	215.2	6.5	2.9

3. Pengujian Koneksi Alat ke *Server*

Alat yang digunakan sebagai penghubung antara alat ke *server* yaitu modul GSM SIM 800L. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat kinerja modul dalam menghubungkan alat ke *server* agar data hasil pengukuran pada alat dapat di sinkronkan ke *database*. Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat waktu *booting* dan status koneksi pada alat seperti pada Gambar 30. Apabila status koneksi pada alat “Terhubung” maka alat dan *server* sudah berhasil melakukan sinkronisasi.



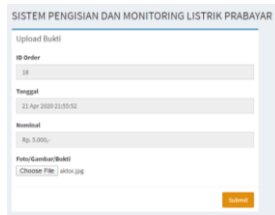
Gambar 29 Pengujian Waktu *Booting*

Pengujian dilakukan dengan membeli nominal token yang ada di *website* dan kemudian akan diarahkan untuk melakukan proses pembayaran token yang telah di beli. Proses pembelian token dapat dilihat pada Gambar 34.



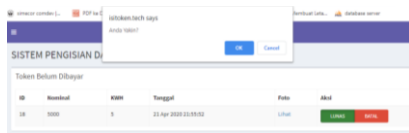
Gambar 33 Pengujian Pembelian Token kWh Meter Prabayar, (a) Pembelian Token kWh Meter, (b) Notifikasi Setelah Pembelian Token kWh Meter

Setelah proses pengujian pembeli token kWh meter prabayar, selanjutnya akan dilakukan pengujian proses pembayaran token kWh meter prabayar. Pengujian dilakukan dengan mengunggah bukti pembayaran token kWh meter ke dalam *website*. Proses pembayaran token kWh meter prabayar dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 34 Pengujian Pembayaran Token kWh Meter Prabayar

Setelah pengujian pembayaran token kWh meter prabayar, selanjutnya akan dilakukan pengujian di sisi admin untuk melakukan proses *approve* bukti pembayaran token yang telah dilakukan oleh pihak *user*. Setelah di *approve* oleh admin, *website* akan mengirimkan kode token sesuai dengan nominal pembelian kepada *user* melalui aplikasi Telegram. Pengujian *approve* bukti pembayaran token dapat dilihat pada Gambar 36.



Gambar 35 Pengujian *Approve* Pembayaran Token kWh Meter

Setelah pembayaran telah di *approve* oleh admin, selanjutnya akan dilakukan pengujian di sisi *user* untuk melakukan proses mengisi kode token sesuai nominal pembelian

yang telah dikirim dari *website* ke aplikasi Telegram *user*. Kode token yang dikirim hanya dapat digunakan 1 kali. Pengujian mengisi kode token dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 36 Pengujian Pengisian Kode Token kWh Meter Prabayar, (a) Kode Token di Telegram, (b) Pengisian Kode Token di Website, (c) Proses Pengisian Kode Token Berhasil

4.3.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

1. Pengujian Pengisian Token kWh dari Jarak Jauh

Tabel 5 Pengujian Pengisian Token kWh dari Jarak Jauh

No.	Tanggal, Pukul	Token yang di Beli (kWh)	Total Token Sebelum di Isi (kWh)	Total Token Setelah di Isi (kWh)	Status
1	07 Juli 2020, 18.42 WIB	5.000	1.000	6.000	Berhasil
2	07 Juli 2020, 18.48 WIB	5.000	6.000	11.000	Berhasil
3	07 Juli 2020, 18.56 WIB	5.000	11.000	16.000	Berhasil
4	07 Juli 2020, 18.57 WIB	5.000	16.000	21.000	Berhasil
5	07 Juli 2020, 18.59 WIB	10.000	21.000	31.000	Berhasil
6	07 Juli 2020, 19.01 WIB	10.000	31.000	41.000	Berhasil
7	07 Juli 2020, 19.07 WIB	10.000	41.000	51.000	Berhasil
8	07 Juli 2020, 19.09 WIB	10.000	51.000	61.000	Berhasil
9	07 Juli 2020, 19.13 WIB	15.000	61.000	76.000	Berhasil
10	07 Juli 2020, 19.15 WIB	15.000	76.000	91.000	Berhasil
11	07 Juli 2020, 19.17 WIB	15.000	91.000	106.000	Berhasil
12	07 Juli 2020, 19.19 WIB	15.000	106.000	121.000	Berhasil
13	07 Juli 2020, 19.22 WIB	20.000	121.000	141.000	Berhasil
14	07 Juli 2020, 19.23 WIB	20.000	141.000	161.000	Berhasil
15	07 Juli 2020, 19.25 WIB	20.000	161.000	181.000	Berhasil

Pengujian pengisian token kWh dari jarak jauh dilakukan dengan cara memasukan kode token yang didapat dari Telegram ke dalam *website*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 15 kali yang bertujuan untuk melihat apakah alat dapat menerima data pengisian token dari jarak jauh. Tabel 5 adalah hasil pengujian pengisian token kWh dari jarak jauh

2. Pengujian *Monitoring Prototype* kWh Meter Digital dari Jarak Jauh

Pengujian *monitoring prototype* kWh meter digital dari jarak jauh dilakukan dengan cara memberikan beban *hair dryer* kemudian melihat data sisa token kWh pada *website* dan alat setiap 5 menit sebanyak 15 kali. Pengujian ini dilakukan untuk melihat sinkronisasi data sisa token kWh di *website* dengan di alat. Tabel 6 adalah hasil pengujian *monitoring prototype* kWh meter digital dari jarak jauh.

Tabel 6 Pengujian *Monitoring Prototype kWh Meter Digital dari Jarak Jauh*

No.	Sisa Token di Website	Sisa Token di Alat	Status
1	4.9827628	4.9828	Sesuai
2	4.9788337	4.9788	Sesuai
3	4.9738388	4.9738	Sesuai
4	4.9687533	4.9688	Sesuai
5	4.9641371	4.9641	Sesuai
6	4.9589696	4.9590	Sesuai
7	4.9538379	4.9538	Sesuai
8	4.9486532	4.9487	Sesuai
9	4.9440012	4.9440	Sesuai
10	4.9391942	4.9392	Sesuai
11	4.9342823	4.9343	Sesuai
12	4.9302692	4.9303	Sesuai
13	4.9257259	4.9257	Sesuai
14	4.9210401	4.9210	Sesuai
15	4.9161396	4.9161	Sesuai

4.4 Pembahasan

Tabel 7 merupakan tabel pengujian terhadap perangkat keras, perangkat lunak dan keseluruhan sistem yang dinyatakan telah berhasil dioperasikan dengan baik. Pada sensor arus ACS7212 didapatkan hasil pengujian dengan nilai rata-rata 1.937A, nilai rata-rata multimeter 1.973A, dengan selisih -0.036A, dan persentase *error* sebesar 1.93% seperti pada Tabel 1. Sedangkan pada sensor tegangan ZMPT101B didapatkan hasil pengujian dengan nilai rata-rata 221.7V, nilai rata-rata multimeter 215.2V, dengan selisih 6.5V dan persentase *error* sebesar 2.9% seperti pada Tabel 2. Pengujian terhadap modul GSM SIM 800L dilakukan dengan pengujian waktu *booting* sistem. Hasil pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan hasil 13 kali berhasil dan 2 kali gagal seperti pada Tabel 3. Sedangkan pengujian terhadap modul *relay 1 channel* dengan mengukur *relay* yang diberikan sumber tegangan untuk mengetahui apakah *relay* dapat berfungsi atau tidak.

Selanjutnya pengujian dimulai dengan menguji autentifikasi pada form *login*. Pengujian dilakukan dengan memasukan data *account* yang belum terdaftar dan *account* yang sudah terdaftar. Selain menguji autentifikasi *login*, pengujian juga dilakukan dengan membeli nominal token yang ada di *website* dan kemudian akan diarahkan untuk melakukan proses pembayaran token yang telah di beli. Setelah pengujian pembayaran token kWh meter Prabayar, selanjutnya akan dilakukan pengujian di sisi admin untuk melakukan proses *approve* bukti pembayaran token yang telah dilakukan oleh pihak *user*.

Setelah di *approve* oleh admin, *website* akan mengirimkan kode token sesuai dengan nominal pembelian kepada *user* melalui aplikasi Telegram. Selanjutnya akan dilakukan pengujian di sisi *user* untuk melakukan proses mengisi kode token sesuai nominal pembelian yang telah dikirim dari *website* ke aplikasi Telegram *user*.

Pengujian keseluruhan sistem mencakup pengujian pengisian kode token kWh dari jarak jauh dan *monitoring* sisa token kWh dari jarak jauh. Hasil pengujian pengisian kode token kWh dari jarak jauh dilakukan sebanyak 15 kali percobaan dengan hasil 15 kali berhasil. Pengujian *monitoring* sisa token kWh dari jarak jauh dilakukan sebanyak 15 kali percobaan dengan hasil 15 kali sesuai.

Tabel 7 Pengujian Perangkat Keras, Perangkat Lunak dan Sistem Secara Keseluruhan

No.	Pengujian	Parameter	Indikator	Keterangan
1	Pengukuran Arus Listrik	Sensor arus ACS712 berfungsi sesuai dengan program yang dibuat	Sensor arus ACS712 dapat mendeteksi arus listrik	Berhasil
2	Pengukuran Tegangan Listrik	Sensor tegangan ZMPT101B berfungsi sesuai dengan program yang dibuat	Sensor tegangan ZMPT101B bisa mendeteksi tegangan listrik	Berhasil
3	Koneksi Alat ke Server	Modul GSM SIM 800L berfungsi sesuai dengan program yang dibuat	Modul GSM SIM 800L bisa berkomunikasi	Berhasil
4	Modul Relay 1 Channel	Modul Relay 1 Channel berfungsi sesuai dengan program yang dibuat	Modul Relay 1 Channel bisa berfungsi dengan baik	Berhasil
5	Proteksi Beban Lebih (Overload)	Miniature Circuit Breaker (MCB) dapat memutus arus listrik ketika diberikan beban daya lebih dari kapasitas kemampuannya	Miniature Circuit Breaker (MCB) bisa berfungsi dengan baik	Berhasil
5	Arduino Uno	Loop pada aplikasi Arduino Uno	Aplikasi Arduino Uno bisa menjalankan kode program sistem yang telah di buat	Berhasil
6	Autentifikasi login pada aplikasi antarmuka	Masuk ke sistem dengan data-data pengguna yang ada pada basis data.	Sistem menerima permintaan masuk jika data pengguna yang dimasukan benar dan sistem menolak permintaan masuk jika data pengguna tidak benar	Berhasil
7	Pembelian Token kWh Meter Prabayar	Membeli token kWh meter prabayar	Sistem menerima proses pembelian token kWh meter prabayar sesuai nominal yang dipilih user	Berhasil
8	Pembayaran Token kWh Meter Prabayar	Membayar token kWh meter prabayar	Sistem menerima proses pembayaran token kWh meter prabayar oleh user dengan mengunggah bukti pembayaran ke dalam website	Berhasil
9	Approve Pembayaran Token kWh Meter	Menerima pembayaran token kWh meter prabayar	Sistem menerima proses pembayaran token kWh meter prabayar oleh admin	Berhasil
10	Pengisian Kode Token kWh Meter Prabayar	Mengisi kode token kWh meter prabayar melalui website	Sistem menerima proses pengisian kode token kWh meter prabayar yang di isi oleh user ke dalam website	Berhasil
11	Pengisian Token kWh dari Jarak Jauh	Mengisi token kWh meter prabayar dari jarak jauh sebanyak 15 kali	Sistem menerima jumlah kWh yang di isi melalui jarak jauh sebanyak 15 kali	Berhasil
13	Monitoring Prototype kWh Meter Digital dari Jarak Jauh	Sinkronisasi sisa token kWh antara website dan alat sebanyak 15 kali	Sisa token kWh website dan alat sama sebanyak 15 kali	Berhasil

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 5.1. Penelitian ini telah membuat sebuah sistem yang dapat mempermudah pengguna listrik Prabayar dalam mengisi dan memantau token listrik dari jarak jauh. Hal ini dibuktikan dengan adanya *website* yang dapat diakses oleh pengguna untuk mengisi kode token listrik pada kWh meter maupun dapat memantau sisa token listrik kWh meter dari jarak jauh. Pengujian terhadap pengisian token jarak jauh telah dilakukan sebanyak 15 kali dengan hasil 15 kali berhasil melakukan pengisian token dari *website* ke alat. Pengujian terhadap pemantauan sisa token dari jarak jauh telah dilakukan sebanyak 15 kali dengan hasil 15 kali sesuai antara sisa token di *website* dan sisa token di alat.
- 5.2. Penelitian ini membuat sebuah sistem yang terintegrasi antara sebuah *website* dengan sebuah sistem perangkat keras yang dapat mengontrol token listrik yang ada pada kWh meter pengguna dari jarak jauh sehingga menghemat waktu dan tenaga pengguna listrik Prabayar agar lebih efisien. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian *monitoring* sisa token pada *prototype* kWh meter digital dari jarak jauh setiap 5 menit. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan hasil 15 kali sesuai yaitu sisa token antara *website* dan alat sudah sama.

6. SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka penulis memberikan beberapa saran yang perlu menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

- 6.1. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, sebaiknya menggunakan mikrokontroler yang memiliki spesifikasi lebih baik daripada *Arduino Uno*.
- 6.2. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, sebaiknya menambahkan fitur jaringan *wifi* agar koneksi bisa berjalan lebih maksimal.

- 6.3. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, sebaiknya menambahkan verifikasi pembayaran secara digital.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudimanto, "Pengisian Pulsa (token) Listrik Menggunakan SMS (Short Messages Services)," *Media Informatika*, pp. 20-24, 2017.
- [2] A. Syafar, "Sistem Pengisian Voucher Listrik Jarak Jauh Via SMS Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Instek*, pp. 41-50, 2017.
- [3] Siregar, R.R.A., Sikumbang, H. dan Pasaribu, R.J., "Model Pengisian Pulsa Listrik kWh Meter Dengan Smart Card," *JETri*, pp. 39-54, 2018.
- [4] Ajie, "saptaji.com," 23 Maret 2017. [Online]. Available: <http://saptaji.com/2016/11/11/pengertian-arduino-adalah/>.
- [5] I. Anugrah, "Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B," Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- [6] Allegro, "Allegro Microsystems," 25 Maret 2015. [Online]. Available: <http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx>.
- [7] Malyan, A.B.J. dan Yondri, S., "Pengendali Beban Listrik Menggunakan Handphone Melalui Misscall," *Electrical Engineering*, pp. 1-10, 2012.
- [8] W. Hadianto, Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA8535, Jember: Digital Repository Universitas Jember, 2016.
- [9] A. A. Furqan, "Rancang Bangun Timbangan Beras Digital dengan Keluaran Berat dan Harga Berbasis Mikrokontroler," *UIN ALAUDDIN MAKASSAR*, p. 18, 2016.
- [10] Y. Inderapermana, "yusaindera.com," 14 Januari 2019. [Online]. Available: <http://www.yusaindera.com/2017/03/pengertian-application-programming.html>.