

Perancangan Monitoring *Prototype* kWh-Meter Prabayar Berbasis *Short Message Service (SMS)*

Design of Prepaid kWh-Meter Prototype Monitoring Based on Short Message Service (SMS)

Kiki Purnama, Tri Rahajoeningroem

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati ukur No 112, Bandung
Email: ikki-purnama@ymail.com

Abstrak – Pada saat ini masyarakat yang menggunakan listrik sebagai kebutuhan sehari-hari masih menggunakan metode yang telah ada sebelumnya, yaitu dengan cara membeli *voucher* listrik yang telah tersedia beberapa digit kode yang di masukan ke kwh meter prabayar melalui keypad. Cara tersebut dinilai kurang efektif dan kurang efisien di zaman yang telah mengalami banyak kemajuan terutama dalam bidang teknologi. Apalagi ketika pulsa listrik telah mencapai batas minimum kwh meter prabayar hanya memberikan peringatan sebatas bunyi alarm *buzzer* saja hal tersebut hanya bisa didengarkan oleh pelanggan jika sedang di dalam rumah. Sehingga pelanggan tidak dapat mengetahuinya jika pelanggan tersebut sedang di luar rumah. Secara otomatis pelanggan kwh meter pun tidak ada persiapan dalam mengatasi hal tersebut jika pengguna tidak ada di rumah. Maka dari itu penelitian yang akan di buat ini merupakan suatu alat prototype kwh meter prabayar berbasis *Short Message Service (SMS)*. Selain dapat mengontrol sisa pulsa listrik secara jarak jauh alat ini juga nantinya dapat melakukan pengisian pulsa listrik tanpa harus memasukan kode *voucher* ke kwh meter secara langsung tetapi dengan alat ini pelanggan dapat melakukan pengisian dengan cara mengirimkan pesan singkat atau SMS yang telah di setting oleh pelanggan. Sistem yang terdapat di alat prototype kwh meter prabayar berbasis *Short Message Service (SMS)* ini, dikontrol oleh Mikrokontroler AVR atmega 16. Ketika nilai kwh meter prabayar menunjukkan nilai 5 kwh, secara otomatis sistem ini langsung memberikan informasi sisa pulsa listrik kwh meter tersebut melalui pesan singkat atau SMS dan ditandai dengan bunyi *buzzer* serta indikator LED. Alat yang akan dibuat ini dinilai akan lebih efektif dan fleksibel. Dari hasil data penelitian yang telah di kumpulkan, dapat diketahui bahwa unjuk kerja kwh meter prabayar berbasis SMS dengan hasil pengujian keseluruhan berhasil dan presentase keberhasilan hampir mencapai 100%.

Kata kunci : kWh Meter Prabayar, *Short Message Service (SMS)*, *Buzzer*, Mikrokontroler ATMEGA16.

Abstract - At the moment, people who use electricity as their daily necessities still use the methods that have been in the past, namely by purchasing an electric voucher that has been available several digits of code entered into the prepaid kWh meter via the keypad. This method is considered to be less effective and less efficient in a period that has experienced a lot of progress, especially in the field of technology. Especially when the electric pulse has reached the minimum limit of the prepaid kWh meter, it only gives a warning to the sound of the buzzer alarm, it can only be heard by the customer if he is inside the house. so that the customer cannot find out if the customer is out of the house. Automatically the kWh meter customer is not prepared to deal with it if the user is not at home. So from that the research that will be made is a prototype prepaid kWh meter based on Short Message Service (SMS). In addition to being able to control the remaining electricity pulses remotely, this tool will also be able to charge electric pulses without having to enter the voucher code into the kWh meter directly but with this tool the customer can fill in by sending a short message or SMS set by the customer. The system contained in this Short Message Service (SMS) prepaid kWh meter prototype is controlled by 16 ATM AVR Microcontrollers. When the prepaid kWh meter value shows a value of 5 kWh, the system automatically provides information on the remaining kWh meter electricity through short message or SMS and marked with the buzzer sound and LED indicator. That will be made is considered to be more effective and flexible. From the results of the research data that have been collected, it can be seen that the performance of SMS-based prepaid kWh meters with the overall test results is successful and the percentage of success almost reaches 100%.

Keyword: Prepaid kWh Meter, Short Message Service (SMS), Buzzer, Microcontroller ATMEGA16.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era sekarang hampir seluruh peralatan rumah tangga, kantor, pabrik atau industri telah membutuhkan energi listrik, dan energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok setiap masyarakat.

Pemakaian kebutuhan primer atau sekunder rumah tangga menjadikan salah satu indikasi jika pertumbuhan terbesar ekonomi berasal dari hasil kerajinan tangan masyarakat. Hal ini di buktikan dengan pertumbuhan sebesar 5,28% yang dihasilkan dari industri kreatif yang mayoritas kebanyakan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber energi utama.

Hasil yang didapat dari PLN mengenai jumlah penggunaan listrik Prabayar ditargetkan dapat mencapai angka hingga 444.918 konsumen diakhir tahun 2017. Jumlah konsumen listrik Prabayar PLN tumbuh hingga mendekati angka 100% dalam kurun waktu 2013-2017. Sebuah datang yang menunjukkan hasil bahwa para pelanggan yang menggunakan energi listrik Prabayar akan terus meningkat setiap tahunnya. Melihat hasil dari data tersebut, bisa dipastikan jika para pelanggan listrik Prabayar akan terus bertambah jumlahnya. Bukan sebuah hal yang tidak mungkin jika para pengguna listrik pasca bayar akan berpindah menggunakan listrik Prabayar.

Dengan seiring bertambah banyaknya kebutuhan terhadap energi listrik, maka tumbuhlah suatu pemikiran untuk melakukan penekanan dan juga pengontrolan terhadap penggunaan energi listrik. Alat yang selama ini digunakan oleh PLN adalah kWh (*Kilo Watt Hour*) Meter.

Energi listrik di kelola oleh PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) untuk menyalurkan listrik ke rumah warga. Penyaluran listrik awalnya menggunakan metode pasca-bayar yaitu seseorang menggunakan listrik dalam sebulan setelah itu baru melakukan transaksi pembayaran tagihan listrik. Metode ini mempunyai kekurangan yaitu tagihan listrik yang di bayar setiap bulannya tidak sama atau adanya denda yang ditentukan jika terlambat membayar tagihan listrik [1].

Konsumen yang masih menggunakan pasca bayar selalu dikenakan biaya tambahan jika ada keterlambatan dalam membayar biaya tagihan listrik. Denda tersebut dibayarkan setiap tanggal 20 atau tepatnya di akhir bulan. Apabila dalam jangka waktu 30 hari pembayaran belum juga di lakukan. Maka, pihak PLN akan memberikan sanksi berupa pemutusan aliran listrik hingga waktu yang tak di tentukan.

Pihak PLN memberikan batas waktu untuk melakukan pembayaran. Tapi jika pemutusan listrik telah memasuki hari ke 60, sementara pengguna aliran listrik belum juga memenuhi syarat pembayaran. Maka, pihak PLN diperbolehkan untuk melakukan tindakan bongkar langsung atas semua instalasi milik PLN. Contohnya pemutus, APP, kWh Meter, alat pembayar dan saluran masuk pelayanan mulai dari tiang hingga kWh Meter [2].

Akhirnya PT. PLN mengubah menjadi metode pra-bayar. Metode pra-bayar dibagi dua yaitu kWh meter analog, dan kWh meter digital. Seiring perkembangan teknologi saat ini masyarakat lebih banyak menggunakan kWh meter digital.

Dalam dunia industri kWh meter sangat dibutuhkan untuk menunjang kegiatan alat produksi. Misalkan pada Terminal BBM Pertamina, dari proses penerimaan, penampungan sampai dengan pendistribusian, banyak sekali alat atau beban yang digunakan untuk mendukung proses tersebut, misalnya pompa minyak yang sangat beragam jenisnya. Tentunya dari masing-masing alat tersebut mempunyai daya yang berbeda sesuai dengan seberapa lama pemakaian alat tersebut.

Selain itu kWh meter sangat dibutuhkan pula pada rumah susun atau pada kamar kost yang sangat efektif apabila dipasang pada tiap kamar, karena dengan demikian baik pemilik kost-kostan ataupun penghuninya dapat secara langsung mengontrol pemakaian listrik dalam tiap bulannya. Sehingga akan mempermudah pemberian tarif biaya listrik yang harus dibayarkan kepada pengelola maupun pada PLN nantinya.

Pengguna kWh meter listrik pascabayar diharuskan untuk lebih memperhatikan biaya listrik supaya tidak terjadi pembengkakan pembayaran. Seringkali pelanggan tidak mengetahui ketika Tarif Dasar Listrik (TDL) telah mengalami kenaikan. Selain itu hal ini dapat lebih mengefisiensikan waktu pelanggan.

B. State of Art Penelitian

PT PLN (Persero) sebagai perusahaan penyedia tenaga listrik, melayani kebutuhan masyarakat dalam bidang penyediaan tenaga listrik dengan menggunakan kWh Meter sebagai titik transaksi antara PLN dengan pelanggannya. Demi mempermudah pelayanan kepada masyarakat dibuat salah satu inovasi yaitu kWh Meter [3]. Yang digunakan pada penelitian ini adalah kWh meter digital (Prabayar) yang merupakan kWh meter yang menggunakan komponen elektronik sebagai pemroses utama dan dilengkapi dengan

display informasi, keypad untuk memasukkan angka kode token/Stroom atau perintah lainnya. Dimana pelanggan harus membayar terlebih dahulu untuk energi listrik yang akan dipakai.

Pada sistem listrik Prabayar, pengisian pulsa listrik dengan membeli kode *voucher* listrik dapat melalui ATM, Pos Penjualan Pulsa Listrik ataupun melalui *Internet Banking*. Pelanggan juga dapat mengetahui sisa saldo pulsa listrik. Pelanggan dapat mengetahui total kredit pulsa yang dimiliki melalui layar LCD pada kWh meter yang terpasang, kWh meter Prabayar akan mendeteksi 20 digit kode *voucher* dan melakukan *update* pada memori kWh meter [4].

Jika energi listrik yang tersimpan di kWh meter Prabayar sudah hampir habis, terdapat peringatan berupa indikator LED dan *buzzer alarm*. Namun untuk pelanggan kWh meter Prabayar yang memiliki mobilitas tinggi atau jarang dirumah terkadang mengalami gangguan dengan habisnya pulsa saat sampai dirumah.

Data yang ada pada perangkat akan tersimpan pada memori kWh meter dan juga ditampilkan pada LCD. Data yang akan tersimpan tidak hanya data dari kWh meter saja tetapi data yang berasal dari besaran pulsa yang diterima. Kode *voucher* yang telah dibeli berisikan angka-angka yang mewakili besar nilai pulsa yang dibeli. Nilai pulsa listrik akan bertambah seiring dengan kode *voucher* yang telah dimasukkan telah berhasil atau valid.

Selain ditampilkan pada LCD data juga akan tersimpan pada memori kWh meter. Data yang tersimpan pada memori tidak hanya data dari kWh meter saja, tetapi juga nilai dari besaran pulsa. Besaran pulsa didefinisikan dengan angka-angka tertentu sebagai kode *voucher*. Apabila kode *voucher* yang dimasukkan itu benar, maka besar pulsa kWh akan bertambah dan akan berkurang seiring dengan pemakaian daya PLN. Data – data yang telah tersimpan ini tidak boleh hilang saat supply listrik terputus. Maka dibutuhkan sebuah mikrokontroler yang mempunyai EEPROM internal atau penyimpanan data secara permanen. Ketika pulsa listrik Prabayar habis maka dibutuhkan relay untuk memutuskan daya listrik.

Pengisian listrik Prabayar dengan sistem online dan pembayarannya menjadi perhatian bagi masyarakat. Sebagaimana yang telah diterapkan juga di Afrika Selatan, dimana sistem pembelian token Prabayar dilakukan secara online yaitu melalui web service. Pelanggan akan mendapatkan kode token setelah dilakukan pembayaran untuk dimasukkan ke kWh meter Prabayar sebagai pengisian pulsa. Dengan adanya

sistem ini pelanggan tidak perlu lagi mengirimkan informasi kode *voucher* ke kWh meter secara manual.

Untuk mengatasi permasalahan pada sistem listrik Prabayar yang diselenggarakan oleh PLN dapat dilakukan pengembangan sistem listrik Prabayar secara online. Pelanggan dapat melakukan pembelian token pulsa dan melakukan *re-charge* pulsa listrik secara online. Sebagai pembandingan beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan sistem pengisian pulsa listrik pada kWh Meter yaitu, dengan melakukan pengukuran pemakaian daya untuk tujuan monitoring [5].

Penelitian lain yang pernah dilakukan adalah dengan memonitoring pelanggan energi listrik yang digunakan secara terus menerus. Melalui server web, info penagihan serta pelanggan energi listrik dapat dideteksi [6,7].

Selain itu pada penelitian lainnya pengukuran dan jumlah tagihan Prabayar menggunakan sistem komunikasi modem GSM [8]. Perbedaan pada penelitian yang pertama sistem monitoring berbasis WEB, sedangkan penelitian yang dilakukan kali ini berbasis SMS dengan membahas metoda Prabayar maupun sistem peringatan dini.

Selain itu pelanggan tidak perlu menghabiskan waktunya untuk mengantri di outlet/pos penjualan token, ATM dan melakukan pengisian pulsa secara manual yaitu pada kWh meternya langsung. Pembelian kode token listrik sudah dapat dibeli melalui web service atau pengisian melalui aplikasi-aplikasi penyedia pembayaran pulsa listrik pada smartphone. Dengan syarat adanya koneksi internet yang terhubung, maka pembelian token listrik dapat kapan saja dan dimana saja.

Tetapi kWh meter masih mempunyai kekurangan yaitu kWh meter yang banyak dijumpai di pasaran hanya mampu membaca daya aktif dan hasil data pengukuran yang dibaca hanya dapat di pantau dengan melihat display yang terdapat pada alat tersebut. Sehingga selalu dibutuhkan operator manusia yang bertugas melakukan pencatatan data dengan mendatangi lokasi dimana alat tersebut dipasang.

Dari hasil pengukuran alat tersebut menunjukkan berapa besar pemakaian listrik dalam jangka waktu tertentu sehingga petugas listrik dapat mengetahui besarnya pemakaian listrik yang nantinya akan diolah untuk mengetahui berapa besar biaya yang harus dikeluarkan oleh pelanggan [9]. Dan juga pada saat pelanggan ingin mengetahui sisa saldo kWh tersebut, karena pelanggan masih harus melihat ke LCD kWh meter langsung.

C. Tujuan Penelitian

Rancangan yang dikhususkan terhadap prototype meteran listrik Prabayar yang menggunakan bantuan alat mikrokontroler AVR ATmega 16 perangkat diharapkan mampu dan dapat menjalankan fungsinya sebagai sebuah sistem yang terotomatisasi dalam menjumlahkan sebuah bilangan/angka. Prototype meteran listrik Prabayar dibuat untuk menghitung jumlah daya yang telah digunakan oleh pelanggan alat yang akan diberitahukan melalui jumlah daya yang telah digunakan via SMS. Hal ini akan mempermudah pelanggan dalam mengecek energi listrik yang telah digunakannya. Setelah melihat berbagai permasalahan yang timbul maka dirancang suatu sistem yang berguna untuk memonitor pemakaian daya listrik di setiap rumah tangga agar pelayanan kepada konsumen pemakai layanan energi listrik meningkat [10].

II. METODE DAN PERANCANGAN

Perancangan dan cara kerja sistem merupakan bagian yang terpenting dari seluruh pembuatan penelitian ini. Perancangan yang baik dilakukan secara berkala yang akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat serta mempermudah penulis dalam menganalisis alat yang telah dirancang. Selain itu, dalam pemilihan jenis komponen yang akan digunakan dilakukan suatu perbandingan antar komponen agar didapatkannya komponen yang memiliki tingkat efisiensi dan efektifitas yang tinggi.

Pada perancangan monitoring *prototype* kWh Prabayar berbasis *short message service* (SMS), secara umum terdapat tiga bagian utama yaitu bagian masukan (*input*), pemroses (*process*), dan keluaran (*output*). Tiga bagian inilah yang menjadi

dasar dari kinerja sistem monitoring kWh Prabayar berbasis SMS. Block diagram dari sistem monitoring kWh Prabayar berbasis *Short Message Service* (SMS) dapat dilihat pada **Gambar 1**.

1. Masukan (*Input*)

Di beberapa bagian input terdapat tiga jenis perangkat yang memungkinkan memiliki fungsi yang berbeda pada masukan bagian mikrokontroler yang sesuai dengan jenis dan fungsinya.

- Sensor Arus

Sensor arus berfungsi sebagai pengukur arus AC yang masuk ke beban, yang nantinya akan digunakan untuk memonitoring pengaruh pemasangan beban terhadap nilai arusnya.

- Rangkaian Pembaca Tegangan

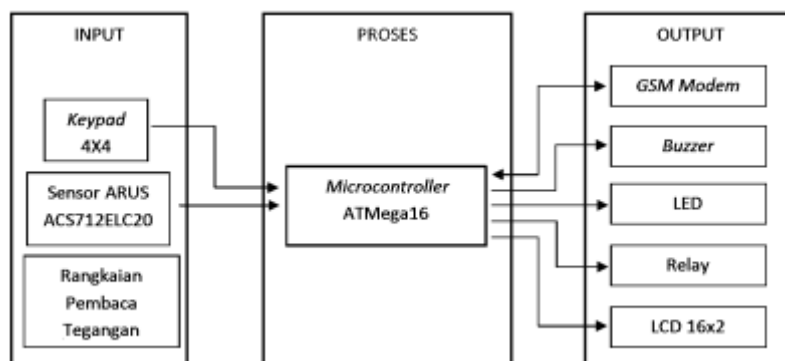
Rangkaian pembaca tegangan berfungsi untuk mengukur nilai tegangan PLN yang masuk ke beban, yang nantinya akan digunakan untuk memonitoring pengaruh pemasangan kapasitor terhadap nilai tegangannya.

- Keypad

Dalam perancangan ini, digunakan keypad 4x4 yang berfungsi sebagai fasilitas bagi pelanggan untuk menambahkan pulsa listriknya, yaitu dengan memasukkan kode *voucher* melalui tombol-tombol pada keypad.

2. Pemroses (*Process*)

Mikrokontroler digunakan sebagai perangkat kontrol utama pada perancangan ini. Mikrokontroler memproses setiap masukan dan mengeksekusi perangkat output sesuai dengan instruksi program yang diatur oleh perancang/pemrogram.



Gambar 1. Blok diagram perancangan monitor Prototype kWh Prabayar berbasis Short Message Service (SMS)

3. Keluaran (*Output*)

Bagian keluaran atau output adalah bagian yang merupakan hasil eksekusi perangkat dan

bertindak sebagai hasil dari kinerja perangkat yang dirancang.

- Buzzer

Pada perancangan ini, *buzzer* digunakan untuk memberikan tanda berupa bunyi kepada pelanggan orang sekitar (dalam jangkauan tertentu), yaitu pada saat sisa pulsa pada kWh akan segera habis.

- *Liquid Crystal Display (LCD)*
Perangkat penampil yang digunakan dalam perancangan ini adalah *Liquid Crystal Display (LCD) character LCD* ini berfungsi sebagai penampil karakter acak saat pemilik/owner menekan tombol *keypad*.
- *Light-Emitting Diode (LED)*
Light-Emitting Diode (LED) digunakan sebagai indikator kWh meter. Pada saat sisa pulsa yang ada masih belum menunjukkan 5 kWh, maka LED merah akan menyala.
- *Relay*
Relay berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik 220V dari sumber tegangan ke beban. Saat pulsa listrik sudah habis maka *relay* akan terputus dari aliran listrik dan akan terhubung kembali setelah melakukan pengisian pulsa.
- *GSM Modem*
Perangkat ini berfungsi sebagai media untuk pengiriman informasi berupa pesan singkat atau *Short Message Service (SMS)* kepada pelanggan ketika sisa pulsa yang ada pada kWh meter akan segera habis, dan ketika akan melakukan pengisian ulang pulsa listrik.

Sensor yang akan digunakan pada penelitian kali ini adalah sensor *Hall effect allegro ACS712*. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian low-offset linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Serta sensor ini memiliki total output error yang lebih rendah yaitu 1,5% dibandingkan ACS706 (12,5%) dan ACS754 (5%). Jenis mikrokontroler AVR ATmega 16 lebih cocok digunakan karena memiliki kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan dengan jenis mikrokontroler yang lain. Serta memiliki RAM yang lebih besar pula sehingga mempengaruhi kecepatan akses data sementara pada mikrokontroler. Pada jenis mikrokontroler AT89S52 hanya memiliki RAM 256 byte, AT8535 memiliki RAM 512 byte sedangkan ATmega16 memiliki RAM 16Kb.

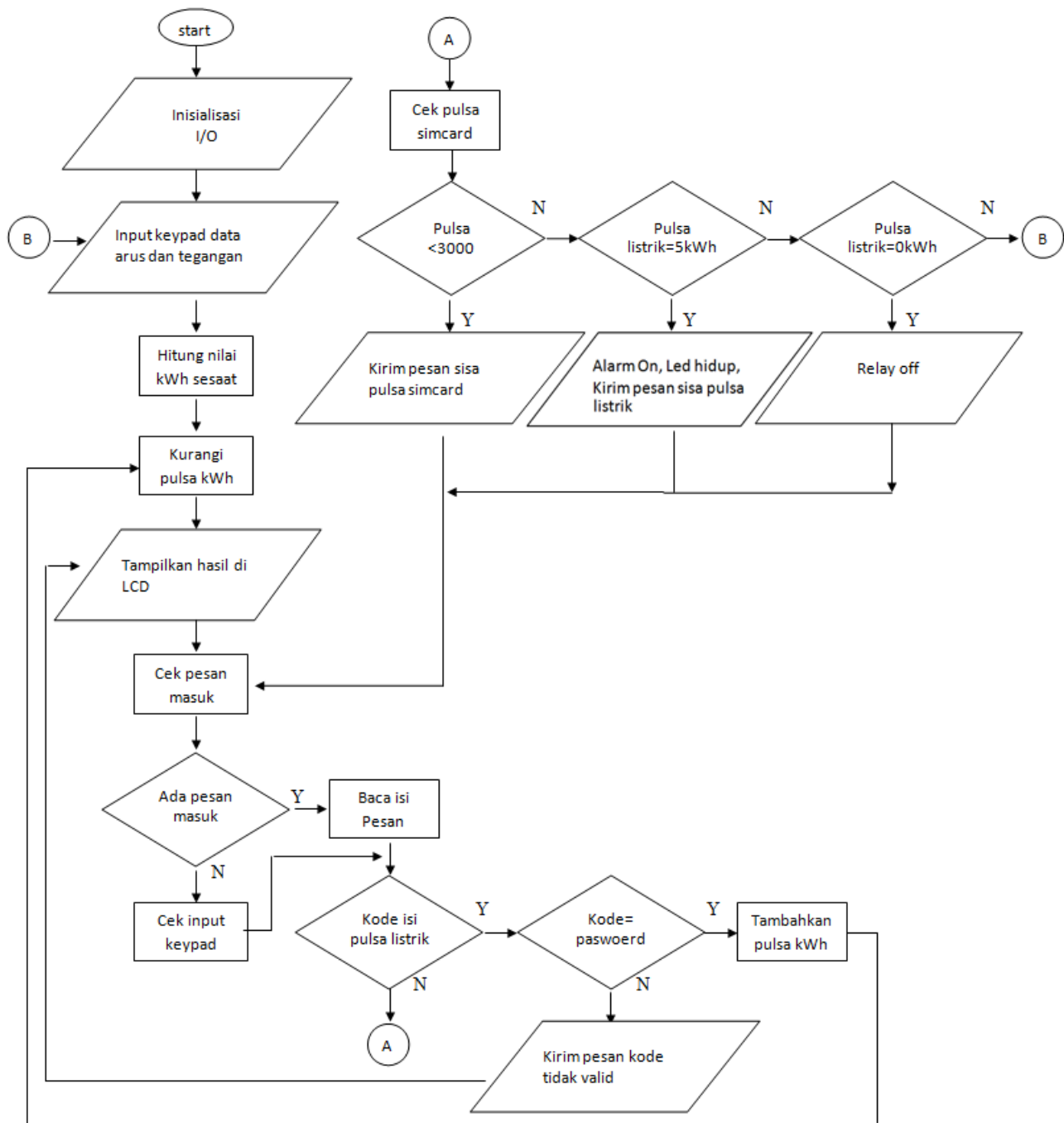
Modem yang digunakan pada perangkat sistem monitoring kWh meter prabayar ini adalah GSM

modem yang berguna sebagai penghubung antara perangkat dengan pemilik/owner melalui handphone (HP). GSM modem Zoglab Q24+ lebih cocok digunakan karena praktis dan ekonomis. dibanding dengan SIM 900 ataupun SIM 340C yang harus membuat layout PCB dan tidak bisa menggunakan mode text.

Pada diagram alur utama dari sistem monitoring kWh prabayar berbasis *Short Message Service (SMS)* yang ditunjukkan pada **Gambar2**. Mikrokontroler akan mendeteksi rangkaian pembaca tegangan yang akan dihitung tegangan efektif dan juga arus efektif dan juga keluaran dari sensor arusnya. Sedangkan untuk menghitung besarnya daya per kilo atau daya sesaat kemudian nilai kWh yang sebelumnya sudah ada akan dikurangi daya sesaat tersebut.

Mikrokontroler akan mendeteksi jika terdapat pesan masuk, maka mikrokontroler memerintahkan GSM modem untuk membaca isi pesan yang masuk. Jika isi pesan masuk tersebut adalah berupa kode *voucher* untuk pengisian pulsa listrik, maka mikrokontroler akan memeriksa apakah kode yang dikirimkan sudah benar atau salah, jika kode yang dikirimkan benar maka dengan otomatis pulsa listrik yang ada pada kWh akan bertambah.

Untuk mengetahui sisa pulsa pada SimCard mikrokontroler akan mengecek jumlah pulsa yang tersisa pada SimCard yang terdapat pada GSM modem, kemudian saat sisa pulsa mencapai batas minimum yang telah ditentukan, maka mikrokontroler akan memerintahkan GSM modem untuk mengirimkan pesan singkat yang berisi jumlah pulsa yang tersisa pada simcard yang terdapat pada GSM modem. Selanjutnya mikrokontroler akan mengecek sisa pulsa listrik yang ada pada kWh, jika pulsa listrik yang tersisa mencapai nilai 5 kWh mikrokontroler akan menghidupkan *buzzer* dan LED merah serta memerintahkan GSM modem untuk mengirim pesan singkat tentang sisa pulsa listrik yang ada pada kWh kepada nomor pelanggan. Jika tidak maka mikrokontroler akan membandingkan sisa pulsa listrik, jika pulsa listrik mencapai nilai nol, maka relay akan terputus dan jika tidak sama dengan nol, maka relay tetap terhubung dan nilai pulsa akan terus berkurang.



Gambar 2. Diagram Alur Utama *Prototype* Sistem kWh Prabayar berbasis *Short Message Service (SMS)*

III. HASIL DAN DISKUSI

Pada bagian hasil dan diskusi akan diuraikan mengenai hasil pengujian dari sistem yang dirancang. Dimana pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran terhadap parameter-parameter komponen yang terdapat dalam sistem yang dirancang kemudian dilanjutkan dengan mendiskusikan hasil-hasil pengukuran tersebut. Hal ini bertujuan untuk melihat sistem yang dirancang apakah berjalan sesuai dengan yang diinginkan peneliti.

Sensor arus yang akan mendeteksi arus yang mengalir yang disebabkan oleh adanya beban yang

terpasang pada terminal beban adalah ACS712ELC-20A (*Allegro Current Sensor*). Keluaran dari sensor ini yaitu berupa tegangan analog dengan sensitivitas 100 mV/A. Artinya, setiap ada arus yang melewati sensor sebesar 1A, maka sensor akan merespon dengan memberikan keluaran sebesar 100 mV/A. Adapun pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai arus yang terbaca baik menggunakan alat ukur multimeter maupun alat yang dirancang pada setiap daya yang digunakan. Pengujian dari sensor arus menggunakan multimeter dan alat yang dirancang ditunjukkan pada **Tabel I**.

Tabel I Pengujian Sensor Arus pada kWh Meter dan Multimeter

Lampu	I Multimeter	I Alat
100 Watt	0,048	0,045-0,053
200 Watt	0,056	0,049-0,058
300 Watt	0,060	0,060-0,067

Dari **Tabel I** dapat dilihat bahwa nilai yang terbaca menggunakan multimeter dan alat adalah hasil dari pengukuran pada masing-masing beban. Sensor arus memiliki keluaran senilai 2,53 Volt dengan tidak adanya beban terpasang. Lalu untuk mengetahui nilai arus yang terukur dapat diketahui melalui perbedaan nilai saat pengukuran menggunakan beban dikurangkan dengan pengukuran tidak menggunakan beban. Dapat dilihat juga bahwa nilai arus yang terbaca oleh alat tidak selalu konstan naik sehingga tidak didapatkannya nilai kWh yang linear dikarenakan pengambilan data keluaran sensor arus diambil secara acak. Pada perancangan ini dibutuhkan suatu rangkaian peak detektor, karena sensor arus yang dipakai pada perancangan ini merupakan sensor arus analog yang outputnya berupa sinyal sinusoidal.

Selanjutnya pengujian rangkaian pembaca tegangan yang difungsikan untuk mendeteksi nilai tegangan arus listrik yang masuk dari pusat atau PLN. Diode bridge digunakan oleh penulis sebagai sensor tegangan dan untuk mencegah terjadinya riak dengan adanya pembagi tegangan pada tegangan trafo sekunder maka digunakan sebuah kapasitor. Untuk melihat hasil pengujian sensor tegangan dengan menggunakan multimeter dan alat ditunjukkan pada **Tabel II**. Nilai resistor pertama (R1) yang digunakan bernilai 1K Ω dan resistor kedua (R2) bernilai 1K Ω dengan pembagi tegangan sekunder 6 Volt sehingga tegangan keluaran yang dihasilkan menjadi sebesar 3 V . untuk mencari nilai tegangan keluaran berdasarkan sistem pembagian tegangan dapat digunakan rumus (1).

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in} \\
 &= \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 1k\Omega} \times 6V \\
 &= 3V
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

Berdasarkan **Tabel II** tersebut merupakan rangkaian pembaca tegangan yang terbaca oleh alat yang dirancang dan alat ukur multimeter, yang menunjukkan perbedaan nilai tegangan yang keluar berdasarkan perhitungan rangkaian pembagi tegangan. Karena adanya drop tegangan pada

komponen yang digunakan maka terjadi perbedaan nilai tegangan yang dihasilkan. Tetapi rangkaian pembaca tegangan tetap dapat berfungsi dengan cukup baik dikarenakan adanya toleransi. Pengujian pengurangan nilai kWh saat menggunakan beban dapat dilihat pada **Tabel III**.

Tabel II Pengujian Sensor Tegangan dengan Alat dan Multimeter

Tegangan AC	Vout Multimeter	Vout Alat
220 V	3.12	2.92
110 V	1.14	1.08

Tabel III Tabel Pengurangan Nilai kWh Meter saat Diberi Masing-masing Beban

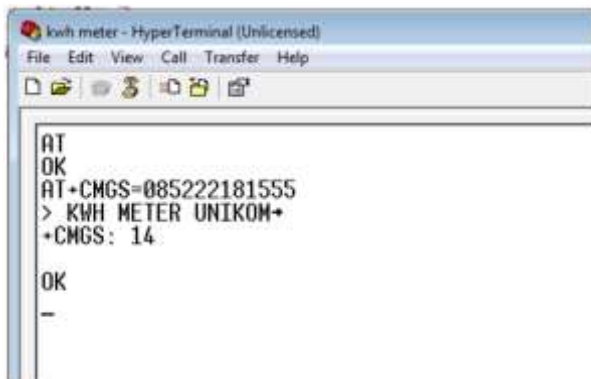
Beban 100 Watt / 390 detik	Beban 200 Watt / 360 detik	Beban 350W / 330 detik
7.95 kWh	7.95 kWh	7.95 kWh
7.42 kWh	7.51 kWh	7.49 kWh
6.92 kWh	6.85 kWh	6.87 kWh
6.40 kWh	6.34 kWh	6.19 kWh
5.86 kWh	5.57 kWh	5.50 kWh
5.34 kWh	5.03 kWh	4.97 kWh

Berdasarkan hasil pengujian dari **Tabel III** diatas didapatkan nilai kWh yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (1) . Karena tidak digunakannya sebuah rangkain penguat pada perancangan ini maka nilai kWh yang didapatkan masih bernilai sangat kecil. Selain itu nilai pengurangan setiap bebannya juga masih kecil dan juga hasil yang didapatkan tidak linear. Hal ini disebabkan karena data keluaran rangkaian pembaca tegangan diambil secara acak dan nilai keluaran sensor arus yang tak konstan.

Pengujian juga dilakukan pada GSM modem yang terdiri dari pengujian mengirimkan pesan singkat pada pelanggan, pengecekan masa berlaku *SIMCard* pelanggan yang terdapat pada GSM modem dan pengecekan sisa pulsa listrik. Agar pesan yang dikirim dan diterima oleh pelanggan dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan dan berjalan dengan baik. Selain itu juga, dapat diketahui nya sisa pulsa listrik yang dimiliki dan masa aktif *SIMSCard* pelanggan apakah dapat berjalan dengan baik atau tidak.

Digunakan suatu program *Hyper Terminal* yang terdapat pada *Personal Computer (PC)* yang terhubung dengan GSM modem dilakukan pengujian pengiriman *SMS* untuk melihat proses komunikasi serial pada pengiriman *SMS* apakah berjalan dengan baik. Hasil pengujian pengiriman pesan singkat yang ditampilkan dalam program

Hyper Terminal pada *Personal Computer (PC)* ditunjukkan pada **Gambar 3**, dan tampilan penerimaan SMS pada *handphone* ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Tampilan Listing Program Pengiriman Pesan Singkat (SMS) Pada Program *Hyper Terminal* pada PC



Gambar 4. Tampilan Penerimaan Pesan Singkat (SMS) pada *Handpone* Pelanggan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, proses komunikasi serial pada pengiriman pesan singkat dengan melalui program *Hyper Terminal* pada *Personal Computer (PC)* yang terhubung dengan GSM Modem dapat berjalan sesuai keinginan dan berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan oleh respon dari GSM Modem yang terlihat pada akhir program *Hyper Terminal*, yaitu bertulisan "OK". Selain itu, dari sisi *handphone* milik pelanggan pesan singkat yang diterima dapat berjalan dengan lancar. Maka ntuk pengiriman SMS dapat digunakan GSM. Tampilan pengisian pulsa listrik dengan kode *voucher* pulsa senilai Rp 100.000,- melalui SMS ditunjukkan pada **Gambar 5**, dan tampilan pengisian *voucher* pulsa yang ditampilkan melalui LCD ditunjukan pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Tampilan Layar HP saat Pengisian *Voucher* Pulsa Senilai Rp 100.000,- Melalui SMS



Gambar 6. Tampilan Layar LCD saat Pengisian *Voucher* Pulsa saat Kode yang Dimasukan Benar (*Valid*) atau Berhasil

Saat akan melakukan pengisian pulsa listrik melalui SMS, pelanggan hanya perlu untuk memasukan kode *voucher* yang telah dibelinya. Pulsa listrik akan bertambah sesuai dengan nilai pulsa yang dibeli oleh pelanggan lalu perangkat akan mengubah nilai pulsa tersebut menjadi nilai kWh. Sebagai contoh jika pelanggan membeli pulsa listrik senilai Rp. 100.000 maka pelanggan akan mendapatkan nilai kWh sebesar 218,5 kWh. PT. PLN telah mengeluarkan rincian harga listrik prabayar per kWh nya untuk kebutuhan rumah tangga yang dapat dilihat pada **Tabel IV**. Juga setiap pembelian pulsa listrik terdapat nilai Pajak Penerangan Jalan (PPJ) khusus Bandung nilai PPJ senilai 6% dari pulsa listrik yang dibeli, nilai PPJ dapat dirumuskan pada persamaan (2). Nilai kWh yang didapatkan dihitung melalui rumus perhitungan kWh pada persamaan (3).

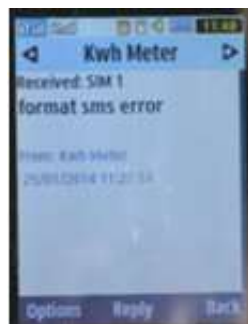
$$\begin{aligned} PPJ \text{ Bandung} &= \{(pulsa \text{ listrik} \\ &\quad - adm \text{ bank}) \times 6\%\} \\ &= Rp. 5.790 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai kWh} &= \frac{(pulsa \text{ listrik} - PPJ \text{ Bandung})}{\text{Harga per kWh}} \\ &= \frac{(Rp. 100.000 - Rp. 5.790)}{415 \text{ Rupiah/kWh}} \\ &= 218,5 \text{ kWh} \end{aligned} \quad (3)$$

Tabel IV Rincian Harga Listrik Prabayar per Kwh untuk Rumah Tangga

Jenis Daya	Harga Per kWh
R1 Daya 450 W	415 Rupiah/kWh
R1 Daya 900 W	605 Rupiah/kWh
R1 Daya 1300 W	790 Rupiah/kWh

Perangkat ini juga dapat mengirimkan pemberitahuan kepada pelanggan apabila kode *voucher* yang telah dimasukkan oleh pelanggan terjadi kesalahan ketik atau kode *voucher* yang tidak valid melalui pemberitahuan pada SMS. Tampilan pesan yang diterima HP pelanggan saat kode *voucher* yang dikirimkan salah atau tidak valid dapat dilihat pada **Gambar 7**. Selain itu, sebagai pemberitahuan agar pelanggan segera melakukan isi ulang *voucher* pulsa listriknya, pelanggan akan mendapatkan pemberitahuan SMS saat nilai kWh mencapai nilai minimum yaitu 5 kWh. Namun karena masih terdapat ketidakstabilan pada perancangan pengurangan nilai kWh meter maka terkadang sistem akan mengirimkan peringatan melalui SMS ketika nilai kWh telah mendekati batas minimum yang telah diatur atau telah melewati batas minimumnya. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 8**, perangkat mengirimkan pemberitahuan SMS saat bernilai 4,9 kWh.

**Gambar 7.** Penerimaan SMS saat Kode *Voucher* yang Dikirimkan Salah atau Tidak Valid**Gambar 8.** Pengiriman SMS saat kWh Mencapai Nilai 4.9 kWh

Dilakukan juga pengecekan masa aktif *SIMCard* yang terdapat pada GSM modem dan sisa pulsa listrik melalui program *Hyper Terminal* pada *Personal Computer* (PC) yang terhubung dengan GSM Modem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan berjalan dengan baik. Tampilan hasil pengujian masa aktif *SIMCard* pada program *Hyper Terminal* dan pengecekan pulsa listrik ditunjukkan pada **Gambar 9**. dan tampilan hasil pengujian pengecekan pulsa dan masa aktif *SIMCard* pada *handphone* yang dimiliki pelanggan ditunjukkan pada **Gambar 10**.

**Gambar 9.** Tampilan Hasil Pengujian Masa Aktif *SIMCard* pada Program *Hyper Terminal* dan Pengecekan Pulsa**Gambar 10.** Tampilan Hasil Pengujian Masa Aktif *SIMCard* pada *Handphone* dan Pengecekan Pulsa

Dari hasil pengujian yang dilakukan, proses komunikasi serial pada pengecekan masa aktif *SIMCard* menggunakan *Personal Computer* (PC) melalui program *Hyper Terminal* dengan GSM Modem dan pengecekan pulsa listrik dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan penguji. Hal ini dapat dibuktikan respon dari GSM Modem yang terlihat pada akhir listing program *Hyper Terminal*, yang terdapat tulisan berupa "+CUSD: 1". Lalu diikuti dengan jumlah sisa pulsa listrik yang ada dan masa aktif dari *SIMCard* yang terdapat pada GSM modem. Dapat disimpulkan dari semua pengecekan jumlah sisa pulsa listrik dan tanggal masa aktif *SIMCard* menggunakan PC melalui program *Hyper Terminal* dengan dihubungkan pada GSM modem dan juga ditampilkan pada HP pelanggan, jumlah pulsa listrik dan masa aktif *SIMCard* memiliki kesesuaian.

Dari hasil pengujian (baik secara perangkat keras/hardware maupun perangkat lunak/software) dan pengukuran yang telah dilakukan, hasil

yang didapatkan masih kurang sesuai dengan apa yang akan dirancang dalam penelitian ini. Dimana pada perangkat masukan/input terdapat keypad 4x4 yang digunakan untuk memasukkan kode *voucher*, dan mengganti nomor *handphone* pemilik. Semua perangkat masukan bekerja dengan baik, kecuali sensor arus yang outputnya masih tidak sesuai dengan apa yang diharapkan.

Ketika perangkat diberikan instruksi untuk mendeteksi setiap masukan yang diberikan dari input, perangkat mikrokontroller AVR ATmega 16 dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Mikrokontroller dapat melakukan eksekusi sesuai dengan instruksi program yang telah dibuat.

Perancangan perangkat bagian keluaran/output terdapat sebuah *buzzer* yang akan memberikan informasi berupa suara ke pelanggan sebagai pemberitahuan bahwa pelanggan salah memasukkan kode *voucher* atau kode *voucher* yang dimasukkan tidak valid. Terdapat juga *Liquid Crystal Display (LCD) Character 16x2* yang dapat digunakan sebagai penampil nilai pulsa listrik yang isi ulang dan juga jumlah kWh yang didapatkan pelanggan dari jumlah listrik tersebut. Ketika nilai kWh telah mencapai nilai 0 maka secara otomatis aliran listrik akan memutuskan beban menggunakan *driver relay*. Indikator lain yang digunakan ketika nilai kWh telah mencapai nilai batas minimumnya digunakan juga *Light-Emitting Diode (LED)* yang akan menyala sesuai instruksi yang diinginkan.

Dari semua perancangan perangkat bagian keluaran tersebut, semua komponen yang digunakan dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Pada bagian komunikasi antar mikrokontroller AVR ATmega 16 dengan GSM modem yang digunakan sebagai pengirim SMS pemberitahuan pada pelanggan, pengecekan pulsa listrik, dan masa aktif *SIMCard* dapat berjalan sesuai yang diharapkan juga.

Sehingga dapat dianalisis bahwa kinerja dari setiap perangkat yang dipakai secara keseluruhan, selain dari sensor arus (dari sisi perangkat masukan, pemroses, dan keluaran) dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang penulis ingin rancang.

Pada penelitian lain pemantauan energi listrik juga dapat menggunakan aplikasi LabVIEW berbasis web dan SMS. Dengan pemanfaatan mikrokontroller pelanggan energi listrik dapat dilakukan dari jarak jauh. Informasi yang diperoleh dari perangkat dapat diakses melalui web dan SMS. Tetapi pesan yang dikirimkan melalui SMS hanya dikirimkan sebulan sekali. Dan juga kekurangan dari penelitian sebelumnya internet harus selalu

aktif agar dapat memonitor secara terus – menerus [11].

Sistem manajemen data energi listrik yang diterapkan pada aplikasi LabVIEW memudahkan akses dan analisis data. Pada penelitian tersebut tidak hanya manajemen data energi listrik saja tetapi dapat juga memberitahu jumlah penagihan energi listrik yang harus dibayar [12].

Dalam kasus lain pemberitahuan jumlah energi listrik yang dipakai dapat menggunakan konsep IoT. Desain sistem yang diusulkan menghilangkan keterlibatan manusia dalam pemeliharaan listrik. Pelanggan diharuskan membayar pelanggan listrik sesuai jadwal yang telah ditentukan. Jika pelanggan tidak membayar sesuai waktunya maka listrik akan dimatikan secara sepihak. Pelanggan dapat memantau pelanggan energi listrik dari halaman web dengan alamat IP yang diberikan. Komponen utama yang digunakan adalah Mikrokontroler PIC18F46k22, MAX232, LCD, unit deteksi pencurian, sirkuit sakelar Triac, sensor suhu DB18B20, sensor PIR, dan modul Wi-Fi ESP8266. Namun, perangkat berbasis web ini membutuhkan lebih banyak modifikasi untuk tingkat kepuasan dan keamanan baik karena masih terbatas dengan kekuatan jaringan [13].

Sebelum berkembangnya internet proses pembayaran listrik dapat menggunakan *SmartCard*. Pada kartu tersebut tetanam sebuah IC yang telah diisi dengan saldo pulsa listrik. Pelanggan diharuskan untuk memasukkan kode *voucher* yang berada pada *SmartCard* tersebut. Saat saldo telah habis kWh meter akan menyalakan *buzzer* sebagai pemberitahuan kepada pelanggan [14]. Dalam hal ini digunakan *Radio Frequency Identification (RFID)* yang khusus digunakan oleh konsumen [15].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, analisis parameter-parameter, pengujian serta pengukuran, pada Monitoring Prototype kWh-Meter Prabayar Berbasis *Short Message Service (SMS)*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dapat dilakukan optimasi lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih baik apabila tidak sesuai dengan aplikasi yang diinginkan.
2. Sistem yang dibuat dapat memberitahukan informasi jumlah pulsa yang terdapat pada kWh meter kepada pelanggan secara jarak jauh. Sistem akan mengirimkan informasi ke pelanggan pada saat sisa nilai kWh menunjukkan nilai 5 kWh. Karena jika kWh meter sudah menunjukkan nilai 5 secara otomatis modul GSM yang terdapat pada sistem secara otomatis akan

mengirimkan informasi kepada pelanggan. Informasi tersebut dapat berupa SMS yang telah di setting oleh pelanggan dan di sertai dengan menyalanya indikator berupa *buzzer* dan LED.

3. Sistem dapat melakukan pengisian pulsa listrik baik melalui SMS dengan cara mengirim informasi untuk melakukan pengisian saldo listrik ke *prototype* kWh prabayar maupun melalui keypad dengan cara memasukan kode *voucher* yang telah di beli oleh pelanggan. Sistem pengisian pulsa menggunakan tiga *voucher* yang berbeda yaitu masing-masing Rp.5.000 ribu, Rp.10.000 ribu dan Rp 100.000 ribu. Sistem juga akan mengirimkan informasi berupa pesan sms pada saat pulsa telah masuk dan kWh meter akan berfungsi, sistem juga akan mengirimkan informasi jika terjadi kesalahan pengisian kode *voucher* pada kWh meter.
4. Sistem *prototype* kWh prabayar berbasis SMS ini merupakan sistem yang berbasis seluler, karena menggunakan modul GSM dalam mengirim dan menerima data. Sinyal yang di gunakan pada kartu perdana yang di pasang di Modul GSM sangat berpengaruh terhadap proses pengirim dan penerimaan informasi.
5. Sistem ini memakai Mikrokontroler ATmega 16 sebagai media Proteksi Daya Listriknya dengan Sensor Arus dibuat sebagai alat proteksi yang berbasis mikrokontroler Atmega 16. Selain itu alat ini juga sebagai penampil nilai dari tegangan jala-jala PLN (Volt), arus (Ampere) yang mengalir pada beban nilai tersebut di tampilkan di, nilai faktor daya sehingga didapatkan juga nilai daya nyata (Watt) yang akan ditampilkan pada Liquid Crystal Display (LCD).
6. Dalam perancangan *prototype* kWh meter prabayar berbasis sms ini menggunakan sensor arus analog ACS712, dimana keluaran dari sensor ini berupa sinusoidal sehingga diperlukan rangkaian tambahan untuk mendapatkan nilai arus dalam melakukan pengukurannya. Oleh karena itu disarankan untuk menggunakan sensor arus yang lebih stabil dan presisi seperti sensor arus digital.
7. Sistem ini juga menggunakan media seluler dalam proses mengirim dan menerima data nya,

oleh karena itu di sarankan lebih hati-hati dalam memilih kartu perdana seluler yang akan di gunakan. Karena sinyal seluler akan berpengaruh dalam proses pengiriman dan penerimaan data. Serta pelanggan harus selalu mengecek sisa pulsa kartu perdana yang di pasang di modul GSM, karena system tidak akan bisa mengirim informasi jika pulsa kartu perdana yang terdapat di modul GSM tidak mencukupi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. K. Jack and G. Smith, "Charging Ahead: Prepaid Electricity Metering in South Africa," pp. 1–40, 2016.
- [2] Lamphier, R.C, Electric Meter: History and Progress, *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 11, McGraw – Hill, London, UK, 2009, pp. 3.
- [3] E. Meter, "April 16, 1929. R. C. LANPHER ET AL," 1929.
- [4] B. J. Austin, "Metering for Utilities," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 5, p.11, 2010.
- [5] N. T. Makanjuola, O. Shoewu, L. A. Akinyemi, and Y. Ajose, "Investigating the Problems of Prepaid Metering Systems in Nigeria," *Pacific J. Sci. Technol.*, vol. 16, no. 2, pp. 22–31, 2015.
- [6] B. R. Rajesh, S. M. Kumar, N. Z. Sharief, "IoT Based Automatic Energy Metering System with Prepaid/Postpaid Configurability," *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, vol. 1, p. 3, 2017.
- [7] N. T. Beigh, "Review on Smart Electric Metering System Based on GSM / IOT Review on Smart Electric Metering System Based on GSM / IOT," vol. 8, no. January, pp. 1–6, 2019.
- [8] V. Wong, "Metering and Metering Display on Computer for Wireless Access Point," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 13, p. 1, 2019.
- [9] V. Jacome and I. Ray, "The prepaid electric meter: Rights, relationships and reification in Unguja, Tanzania," *World Dev.*, vol. 105, pp. 262–272, 2018.
- [10] M. Cetinkaya, A. A. Basaran and Bagdadi, "Necmaddin, Electricity reform, tarif and household elasticity in Turkey," *International Journal of Engineering Technology*, vol. 8, p. 4, 2015.
- [11] J. Arun and J. Mohit, "A novel smart metering infrastructure using virtual instrument," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 12, pp. 1–6, 2016.
- [12] P. B.U.V, "Design and Implementation of Wireless Energy Meter System for Monitoring the single phase Supply," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 41, no. 2, pp. 26–29, 2012.
- [13] N. Darshan, and K. A. Radhakrishna, "IoT Based Electricity Energy Meter Reading Theft Detection and Disconnection using PLC modem and Power optimization," *Intl J. of Advanced Research in Electrical Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 4, pp. 6482-6491, 2015.
- [14] M. W. Raad, T. Sheltami and M. Sallout, "A Smart card based prepaid electricity system," In 2007 2nd International Conference on Pervasive Computing and Applications, pp. 219–224, 2007.
- [15] T. Rozita, I. S. Mahmud, and J. A. A. Ahmed, "RFID-BASED Prepaid Power Meter," *Proceeding - 2013 IEEE Student Conf. Res. Dev. SCORED 2013*, pp. 301–304, 2015.