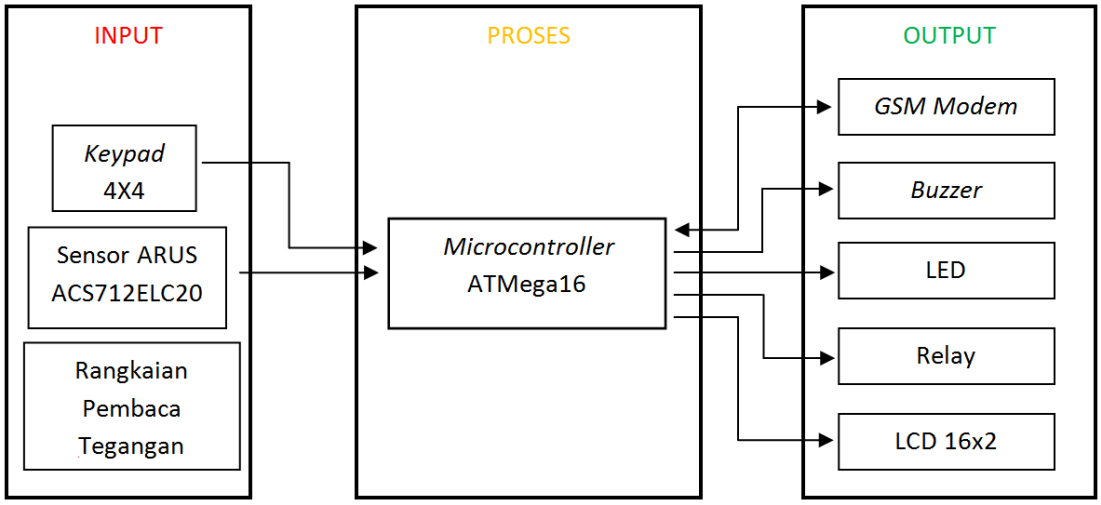
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan dan cara kerja sistem merupakan bagian yang terpenting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini. Perancangan yang baik dan dilakukan secara sistematik akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat serta mempermudah dalam proses analisis dari alat yang dirancang. Selain itu, pemilihan jenis komponen dalam perancangan dan pembuatan suatu perangkat elektronik mutlak dilakukan karena berdampak langsung pada tingkat efisiensi dan efektifitas perangkat yang dibuat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya tingkat keakuratan saat komponen bekerja, bentuk serta ukuran dimensi komponen, serta pengeluaran dana yang digunakan.

3.1 Perancangan Sistem

Pada perancangan *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 *short message service* (sms). Berikut merupakan gambar blok diagram dari sistem monitoring kWh prabayar berbasis *short message service* (sms).



Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan *Prototype* kWh Prabayar berbasis *Short Message Service* (SMS)

Secara umum, cara kerja dari sistem *prototype* kWh prabayar berbasis *short message service* (sms) ini adalah saat sisa pulsa pada kWh meter menunjukan nilai 5 kWh, maka secara otomatis GSM modem akan memberikan pesan singkat yang isinya memberi peringatan tentang sisa pulsa yang ada pada kWh meter dan memberitahu pemilik untuk segera melakukan pengisian ulang pulsa listriknya. Untuk melakukan pengisian ulang pulsa listriknya, pelanggan dapat melakukannya dengan memasukan kode *voucher* melalui sms dan bisa juga melalui *keypad*. Saat kode *voucher* yang dikirimkan berhasil atau benar, maka GSM *Modem* akan memberikan pesan singkat bahwa kode *voucher* benar dan sisa pulsa yang ada pada kWh, serta secara otomatis jumlah pulsa listrik pada kWhpun bertambah. Berikut uraian singkat fungsi dari masing-masing bagian utama blok diagram sistem monitoring kWh prabayar berbasis *short message service* (sms).

1. Masukan (*Input*)

Pada bagian masukan (*input*) terdapat tiga macam perangkat yang berfungsi untuk memberikan masukan bagi mikrokontroler sesuai dengan fungsinya masing-masing, diantaranya:

a. Sensor Arus

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

b. 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.

c. Keypad

Dalam perancangan ini, digunakan keypad 4x4 yang berfungsi sebagai fasilitas bagi pelanggan untuk menambahkan pulsa listriknya, yaitu dengan mesaukan 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.

3. Keluaran (*Output*)

Bagian keluaran atau output adalah bagian yang merupakan hasil eksekusi perangkat dan bertindak sebagai hasil dari kinerja perangkat yang dirancang.

a. 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.

b. *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.*

c. *Light-Emmiting Diode* (LED)

Light-Emitting Diode (LED) digunakan sebagai indikator kWh meter. Pada saat sisa pulsa yang ada masih belum menunjukan 5 kWh , maka LED merah akan menyala.

d. Relay

Relay berfungsi untuk memutus dan menghubungkan aliran listrik 220V dari sumber tegangan ke beban. Saat pulsa listrik sudah habis maka *relay* akan terputus dari aliran listik dan akan terhubung kembali setelah melakukan pengisian pulsa.

e. 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.

3.2 Pemilihan Komponen

Latar belakang pemilihan jenis-jenis komponen yang digunakan, dilakukan dengan cara membandingkan antara 1 (satu) komponen dengan komponen yang lainnya yang memiliki fungsi sama namun kemungkinan dalam hal fitur, spesifikasi, kehandalan dan harga yang berbeda yang pada dasarnya mempengaruhi kinerja dari komponen tersebut.

3.2.1 Pemilihan Jenis Mikrokontroler

Jenis mikrokontroler yang akan digunakan dalam perancangan ini haruslah memenuhi beberapa kriteria dasar berdasarkan sistem yang akan dibuat, seperti memiliki kecepatan eksekusi program yang cukup tinggi dan memiliki RAM yang cukup sehingga proses eksekusi program yang membutuhkan media penyimpanan data sementara dapat diproses dengan cepat.

Tabel 3.1 Uraian Perbandingan Jenis Mikrokontroller

Spesifikasi	Jenis Mikrokontroller		
	AT89S52	AT8535	ATMega16
Flash	8 Kb	8 Kb	16Kb
RAM	256 byte	512 byte	1Kb SRAM
I/O	32	32	32
PIN	40	40	40
Harga	Rp. 20.000	Rp. 40.000	Rp. 50.000

Berdasarkan uraian Tabel 3.4 di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa jenis mikrokontroler AVR ATMega 16 lebih cocok digunakan dalam perancangan

prototype kWh meter Prabayar berbasis *Short Message Service* (SMS), karena memiliki kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan dengan jenis mikrokontroler yang sebelumnya digunakan, serta memiliki RAM yang lebih besar pula sehingga mempengaruhi kecepatan akses data sementara pada mikrokontroler.

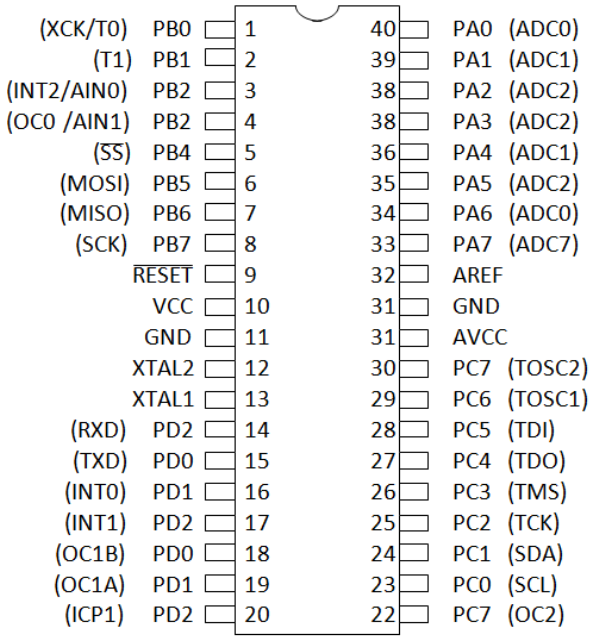
3.2.1.1 Mikrokontroler AVR ATMEGA16

Mikrokontroler merupakan suatu *device* yang didalamnya sudah terintegrasi dengan I/O *Port, Read Only Memory* (ROM), sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan kontrol/pengendali. Mikrokontroler AVR ATMEGA16 memiliki tiga buah *Timer/Counter*, yaitu: *Timer* 0 (8 *bit*), *Timer* 1 (16 *bit*) dan *Timer* 2 (8 *bit*). Mikrokontroler ATMEGA16 mempunyai throughput mendekati 1 *Millions Instruction Per Second* (MIPS) per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah. Beberapa spesifikasi dari AVR ATMEGA16 antara lain:

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memilliki kemampuan yang cukup tinggi dengan konsumsi daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas Flash memori 16 *Kbyte*, EEPROM 512 *Byte* dan SRAM 1 *Kbyte*.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port*A, *Port* B, *Port* C dan *Port* D.
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register.*
6. *Unit* interupsi dan eksternal.

7. *Port* USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *peripheral.*
    a. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan (*compare*).
        - Dua buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
        - Satu buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare* dan *Mode Capture*.
    b. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
    c. Empat kanal PWM.
    d. 8 kanal ADC.
        - 8 *single-ended Channel* dengan keluaran hasil konversi 8 dan 10 resolusi (*register* ADCH dan ADCL).
        - 7 *Diferrential Channel* hanya pada kemasan *Thin Quad Flat Pack* (TQFP).
        - 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain*.
    e. Antarmuka *Serial Peripheral Interface (SPI) Bus*.
    f. *Watchdog Timer dengan Oscillator Internal.*
    g. *On-chip Analog Comparator*.
9. *Non-volatile program memory*.

3.2.1.2 Konfigurasi Pin AVR ATMEGA16



Gambar 3.2 Konfigurasi Kaki (pin) ATMEGA16

AVR memilki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. Konfigurasi pin ATMEGA16 dengan kemasan 40 pin *Dual In-line Package* (DIP) dapat dilihat pada Gambar 3.2. dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATMEGA16 sebagai berikut.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *Ground*.
3. Port A (PA0 – PA7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* masukan ADC.
4. Port B (PB0 – PB7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Fungsi Khusus *Port* B

Pin	Fungsi Khusus
PB0	XCK (USART *External Clock Input/Output*) T0 (*Timer/Counter0 External Counter Input*)
PB1	T1 (*Timer/Counter1 External Counter Input*)
PB2	INT2 (*External Interupt 2 Input*) AIN0 (*Analaog Comparator Negative Input*)
PB3	OC0 (*Timer/Counter0 Output Compare Macth Output*) AIN1 (*Analaog Comparator Negative Input*)
PB4	(SPI *Slave Select Input*)
PB5	MOSI (SPI *Bus Master Output /Slave Input*)
PB6	MISO (SPI *Bus Master Input/Slave Output*)
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

5. Port C (PC0 – PC7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 3.3.
6. Port D (PD0 – PD7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 3.4.
7. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2, merupakan *pin masukan external clock*
9. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC
10. AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi untuk ADC.

Tabel 3.3 Fungsi Khusus *Port* C

Pin	Fungsi Khusus
PC0	SCL (*Two-wire Serial Bus Clock Line*)
PC1	SDA (*Two-wire Serial BusData Input/Output Line*)
PC2	TCK (*Joint Test Action Group Test Clock*)
PC3	TMS (*JTAG Test Mode Select*)
PC4	TDO (*JTAG Data Out*)
PC5	TDI (*JTAG Test Data In*)
PC6	TOSC1 (*Timer Oscillator pin 1*)
PC7	TOSC2 (*Timer Oscillator pin 2*)

Tabel 3.4 Fungsi Khusus *Port* D

Pin	Fungsi Khusus
PD0	RXD (USART *Input Pin*)
PD1	TXD (USART *Output Pin*)
PD2	INT0 (*External Interupt 0 Input*)
PD3	INT1 (*External Interupt 1 Input*)
PD4	OC1B (*Timer/Counter1 Output Compare B Macth Output*)
PD5	OC1A (*Timer/Counter1 Output Compare A Macth Output*)
PD6	ICP (*Timer/Counter1 Input Capture Pin*)
PD7	OC2 (*Timer/Counter2 Output Compare Macth Output*)

3.2.1.3 Pemrograman Mikrokontroler ATMEGA16

Pengembangan sebuah sistem menggunakan mikrokontroler AVR buatan ATMEL menggunakan *software* AVR STUDIO dan CodeVision AVR. AVR STUDIO merupakan *software* khusus untuk bahasa *assembly* yang mempunyai fungsi sangat lengkap, yaitu digunakan untuk menulis program, kompilasi, simulasi dan download program ke IC mikrokontroler AVR dapat dilakukan pada CodeVision. CodeVision AVR memilki fasilitas terminal, yaitu untuk melakukan komunikasi serial dengan mikrokontroler yang sudah di program. Proses *download* program ke IC mikrokontroler AVR dapat menggunakan *system download* secara *In-System Programming* (ISP). ISP *Flash On-chip* mengijinkan memori program untuk di program ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

Sebuah mikrokontroler tidak akan bekerja bila tidak diberikan program untuk diisikan ke dalam mikrokontroler tersebut. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan digunakan perangkat lunak CodeVision AVR sebagai media penghubung antara program yang akan diisikan ke mikrokontroler ATMega16 yang menggunakan bahasa C. Pemrograman mikrokontroler AVR dapat menggunakan *low level language* (*assembly*) dan *high level language* (C, Basic, Pascal, JAVA, dan lain-lain) tergantung *compiler* yang digunakan.

Bahasa Assembler pada mikrokontroler AVR memiliki kesamaan instruksi, sehingga jika telah menguasai pemrograman satu jenis mikrokontroler AVR, maka akan dengan mudah untuk memprogram mikrokontroler AVR jenis lain, tetapi bahasa assembler relatif lebih sulit dipelajari daripada bahasa C, untuk pembuatan suatu

proyek yang besar akan memakan waktu yang lama, serta penulisan programnya akan panjang. Sedangkan bahasa C memiliki keunggulan dibandingkan bahasa *assembly* yaitu penyusunan program akan lebih sederhana dan mudah pada proyek yang lebih besar. Bahasa C hampir bisa melakukan semua operasi yang dapat dikerjakan oleh bahasa mesin.

Bahasa C merupakan salah satu bahasa pemrograman yang digunakan pada Code Vision AVR. Dalam pembuatan program yang menggunakan fungsi atau aritmatika, Bahasa C menawarkan kemudahan dengan menyediakan fungsi-fungsi khusus, seperti: pembuatan konstanta, operator aritmatika, operatot logika, operator *bitwise* dan operator *Assigment*. Selain itu, bahasa C menyediakan Program kontrol seperti: Percabangan (*if* dan *if…else*), Percabangan *Switch, Looping* (*for, while* dan *do…while*), *Array*, serta fungsi-fungsi lainnya. Di bawah ini merupakan contoh penulisan program dalam bahasa C untuk mikrokontroler AVR ATMEGA16.

3.2.2 Pemilihan Jenis Modem

Modem yang digunakan pada perangkat sistem monitoring kWh meter Prabayar berbasis *Short Message Service* (SMS) ini adalah GSM modem yang berguna sebagai penghubung antara perangkat dengan pemilik/*owner* melalui *handphone* (HP). Berikut ini merupakan uraian perbandingan jenis modem yang akan digunakan.

Table 3.5 Uraian Perbandingan Jenis Modem

Spesifikasi	Modem Zoglab Q24+	SIM 900	SIM 340C
Mode PDU	Bisa	Bisa	Bisa
Mode Text	Bisa	Tidak	Tidak
Layout	Tidak perlu membuat layout PCB	Harus membuat layout PCB	Harus membuat layout PCB
Harga	Rp. 500.000,-	Rp. 500.000,-	Rp. 450.000,-

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa GSM modem Zoglab Q24+ lebih praktis dan lebih ekonomis. Berikut merupakan spesifikasi dari GSM modem Zoglab Q24+ :

- *Quad-band GSM/GPRS Modem*
- *GPRS multi-slot class 10*
- *TCP/IP stack access via AT Command*
- *Voice/SMS/Fax/GPRS superfast transmission*
- *RS232 Communication Interfaces*



Gambar 3.3 GSM Modem Zoglab Q24+

3.2.3 Pemilihan Jenis Sensor Arus

Pemilihan sensor arus yang akan digunakan pada perancangan ini, harus sensor dengan tingkat presisi yang cukup tinggi untuk mendeteksi beban listrik. Berikut ini merupakan uraian perbandingan jenis sensor arus yang akan digunakan.

Table 3.6 Uraian Perbandingan Jenis Sensor Arus

Spesifikasi	ACS712	ACS706	ACS754
Total output error	1,5%	12,5%	5%
Sensitivitas keluaran	66-185 mV/A	124-142 mV/A	36-42,8 mV/A
Harga	Rp. 82.000,-	Rp. 85.000,-	Rp. 70.000,-

ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*, Hall effect allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih. Pengukuran arus biasanya membutuhkan sebuah *resistor shunt* yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan.

Teknologi *Hall effect* yang diterapkan oleh Allegro menggantikan fungsi *resistor shunt* dan *current transformer* menjadi sebuah sensor dengan ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet yang menginduksi bagian *dynamic offset cancellation* dari ACS712. bagian ini akan dikuatkan oleh amplifier dan melalui filter sebelum dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7,

modul tersebut membantu penggunaan untuk mempermudah instalasi arus ini ke dalam sistem. Istilah *Hall Effect* dikenal setelah Edwin H. Hall (1855-1938) menemukan bahwa jika arus listrik mengalir melalui penghantar yang ditempatkan pada *tranverse*medan magnet yang kuat, akan menghasilkan beda potensial yang melewati penghantar pada kedua sudut penghantar itu. *Hall Effect* Sensor adalah suatu transduser yang dapat mengubah besaran medan magnet menjadi besaran listrik yaitu berupa tegangan. Sensor *Hall effect* digunakan untuk mendeteksi kedekatan, keberadaan atau ketiadaan medan magnet dari suatu objek dengan kritis.

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall* IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. IC ACS712ELC 20A merupakan sensor arus dengan kapasitas maksimum 20 *Ampere*. IC ACS712ELC 20A memiliki rate tegangan *output* yang *linier* terhadap arus *input*. Pada 0 *Ampere*, tegangan *output* terukur pada setengah dari tegangan *supply*. Dari tegangan *supply* 5v terukur tegangan *output* ACS sebesar 2,5 V DC pada *input* 0A.



Gambar 3.4 Sensor Arus ACS712ELC-20A

Tabel 3.7 Tabel Deskripsi Pin Sensor Arus ACS712ELC-20A

Number	*Name*	*Description*
1, 2	IP +	*Terminals for current being sensed; fused internally*
3, 4	IP –	*Terminals for current being sensed; fused internally*
5	GND	*Signal ground terminal*
6	FILTER	*Terminal for external capacitor that sets bandwidth*
7	VOUT	*Analog output signal*
8	VCC	*Device power supply terminal*

3.2.4 Keypad

Keypad adalah rangkaian tombol yang berfungsi untuk memberi sinyalpada suatu rangkaian dengan menghubungkan jalur-jalur tertentu.*Keypad* terdiri dari beberapa macam berdasarkan jumlah tombol dan fungsinya.

Table 3.8 Uraian Perbandingan Jenis *Keypad*

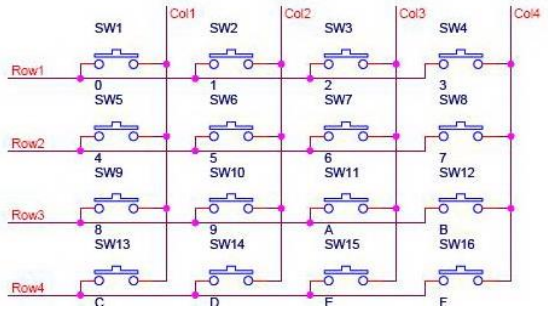
Spesifikasi	Jenis Keypad 3x4	Jenis Keypad 4x4
Kolom	3	4
Baris	4	4
Harga	Rp. 35.000,-	Rp. 45.000,-

Dalam tugas akhir ini digunakan *keypad* matriks 4x4 yang memiliki 12 sakelar dengan penghubung rangkaian sebanyak 8 pin.



Gambar 3.5 Bentuk Fisik *Keypad* 4x4

Ketujuh pin penghubung tersebut terbagi menjadi dua kelompok yaitu 4 pin sebagai *input* dan 4 pin sebagai *output*. Maksud dari ketujuh pin *input* /*output* (I/O) tersebut adalah untuk dijadikan kombinasi penghubung pada rangkaian yang akan disambungkan dengan *keypad* ini. Dimana dalam setiap penekanan satu tombol *keypad* maka akan terjadi kombinasi antara dua buah pin dalam pembacaan sinyalnya.



Gambar 3.6 Skematik Rangkaian *Keypad* 4x4

Terdapat beberapa teknik untuk pembacaan data dari matriks *keypad* ini, salah satunya adalah dengan teknik *scanning*, dimana baris atau kolom selalu dipindai untuk mendeteksi tombol yang ditekan. Dengan cara memberikan status/*logic* "0" (*low*) pada pin kolom secara bergantian, lalu pin baris dideteksi apakah ada salah satunya yang berkondisi status/*logic* "0" (*low*).

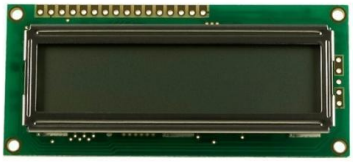
3.2.5 Pemilihan Jenid Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan *display* dot matriks yangdifungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (angka atau huruf yang ditampilkan sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). LCD *Character* memiliki banyak jenis dilihat dari jumlah bit-nya.

Tabel 3.9 Uraian Perbandingan Jenis LCD

Spesifikasi	Jenis LCD		
	LCD 16x1	LCD 16x2	LCD 16x2
Karakter	16	32	64
Baris	1	2	4
Harga	Rp. 35.000,-	Rp. 45.000,-	Rp. 64.000,-

Dalam tugas akhir ini, digunakan LCD dot matriks dengan karakter 16x2 dan memiliki jumlah pin sebanyak 16 pin. LCD *Character* digunakan untuk menampilkan tulisan berupa angka ataupun huruf atau dengan kata lain hanya dapat menampilkan karakter saja.



Gambar 3.7 16x2 *Character* LCD *Module*

Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak "titik" (.) LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel pada panel yang berfungsi mangatur "titik-titik" LCD tadi menjadi huruf atau angka yang terbaca oleh manusia. Huruf dan angka yang akan ditampilkan dikirimkan ke LCD dalam bentuk kode ASCII. Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.

a. Kaki 1 (GND): Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
b. Kaki 2 (VCC): Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*Ground*).
c. Kaki 3 (VEE/VLCD): Tegangan pengatur kontras LCD, kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
d. Kaki 4 (RS): *Register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke *Register Data*, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke Register Perintah, logika dari kaki ini adalah 0.

e. Kaki 5 (R/W): Logika 1 pada kaki ini menunjukan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan Pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *Ground*.
f. Kaki 6 (E): *Enable Clock* LCD, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
g. Kaki 7-14 (D0-D7): *Data bus*, kedelapan kak LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
h. Kaki 15 (*Anoda*) : Berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk LCD yang memiliki *backlight*)
i. Kaki 16 (Katoda): Tegangan negatif backlight LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat pada LCD yang memiliki *backlight*).

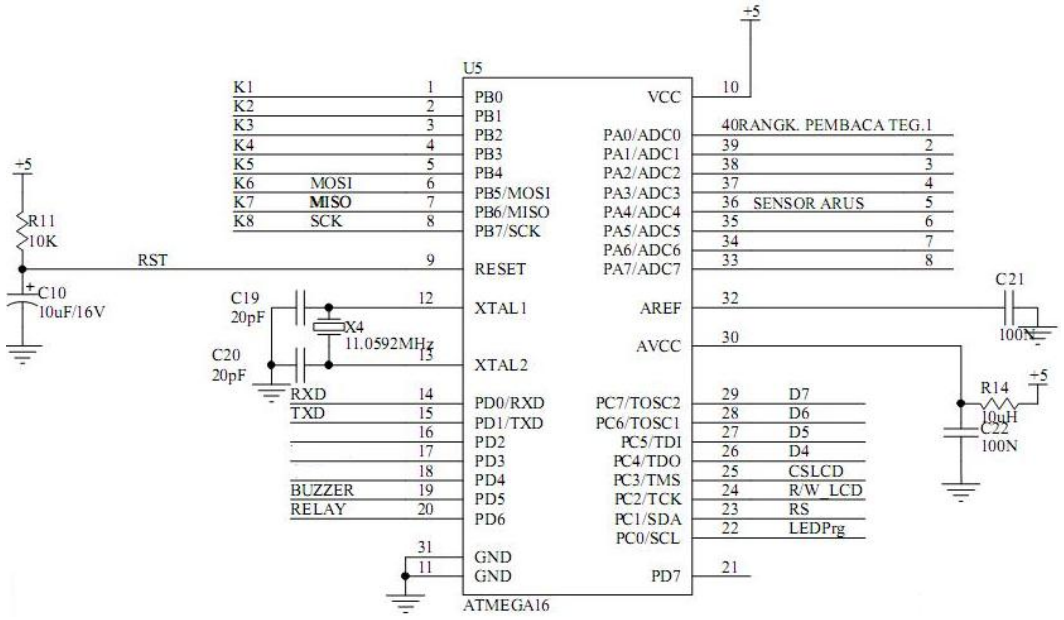
3.3 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada perancangan perangkat keras (*hardware*), dilakukan perancangan terhadap sistem kontrol elektronik yang meliputi pembuatan rangkaian-rangkaian elektronik yang saling terintegrasi membentuk suatu system kendali dengan tujuan mengendalikan sistem kerja dari perangkat yang dirancang agar dapat bekerja secara otomatis.

3.3.1 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATMega 16

Penggunaan sistem minimum mikrokontroler adalah untuk menjalankan fungsi dari *Integrated Circuit* (IC) mikrokontroler itu sendiri. Sistem kontrol

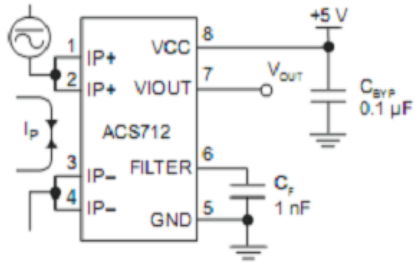
padaperancangan alatini digunakan mikrokontroler ATMEL AVR seri ATMega16. Mikrokontroler AVR ATMega 16 bekerja sebagai pusat kendali yang menerima masukan dari perangkat *input* untuk kemudian mengeksekusi perangkat *output*.



Gambar 3.8 Sistem Minimum ATMega 16

3.3.2 Rangkaian Sensor Arus

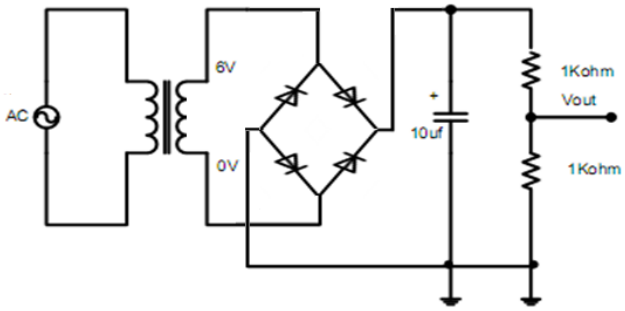
Prinsip kerja dari rangkaian sensor arus ini adalah dengan adanya arus yang mengalir pada ic tersebut maka akan timbul medan magnet. Medan magnet tersebut nantinya akan digunakan sebagai olahan dari komponen-komponen yang ada di dalam IC. Medan magnet yang timbul akibat arus yang mengalir adalah berbanding lurus. Semakin besar arus yang mengalir, maka medan magnet yang ditimbulkan semakin besar pula. Pada bagian IC terdapat 2 bagian yang berbeda. Bagian yang pertama adalah bagian tegangan tinggi 220 volt AC dan bagian yang kedua adalah bagian tegangan rendah 5 volt DC. Keluaran dari sensor arus ini adalah tegangan DC yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler.



Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Arus ACS712ELC-20A

Keluaran dari sensor arus diketahui yaitu sebesar 100 mV per ampere, artinya keluaran ini sangatlah kecil, untuk itu harusnya digunakan rangkaian op-amp atau penguat untuk dapat melakukan penjumlahan dan juga penguatan tegangan. Besar penguatan tegangan akan dikalikan dengan nilai keluaran dari sensor dan dibagi dengan 1023, sehingga didapatkan nilai ADC untuk setiap kenaikan tegangan keluaran sensor arus ACS712ELC-20A. sesuai dengan *datasheet* keluaran sensor Arus ini saat tidak ada beban yaitu 2,53V, kemudian besaran arus yang terukur adalah selisih tegangan keluaran terhadap 2,53V.

3.3.3 Rangkaian Pembaca Tegangan



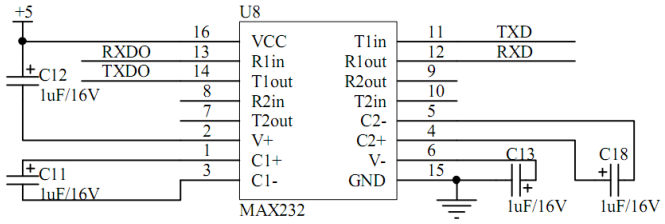
Gambar 3.10 Rangkaian Pembaca Tegangan

Pendeteksian tegangan dilakukan dengan menggunakan trafo stepdown 300 mA dari 220 ACV yang diturunkan menjadi 6 ACV. Setelah melalui dioda

(penyearah), beberapa filter dan pembagi tegangan, pembagi tegangan terdiri dari dua resistor yang dipasang secara paralel. Fungsi resistor ini adalah untuk menurunkan tegangan dari tegangan sumber menjadi tegangan yang dikehendaki. Tegangan DC yang dihasilkan berbanding lurus dengan naik turunnya tegangan listrik PLN. Tegangan 6 DC diturunkan menjadi tegangan sekitar 3 VDC melalui rangkaian pembagi tegangan. Output rangkaian tegangan tersebut dimasukkan ke pin adc.

3.3.4 Rangkaian MAX-232

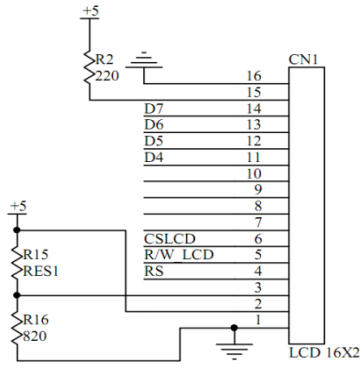
Untuk menghubungkan GSM *Modem* dengan mikrokontroler AVR ATMega 16 sebagai pusat kendali digunakan *Integrated Circuit* (IC) MAX-232 yang berfungsi sebagai *level* konverter antara *level* TTL dengan RS232. *Level*tegangan TTL dinyatakan berlogika "1" apabila *level* tegangannya adalah 5V dan berlogika "0" apabila tegangannya 0V. Sedangkan pada *level* tegangan RS-232, logika "1" dinyatakan sebagai *Mark* dengan *level* tegangan antara -3V s/d -25V, sedangkan logika "0" dinyatakan sebagai *Space* dengan *level* tegangan antara +3V sampai +25V. Berdasarkan perbedaan *level* tegangan inilah maka port serial pada mikrokontroler (yang menggunakan *level* tegangan TTL) tidak bisa dihubungkan secara langsung dengan port serial yang terdapat pada GSM *Modem* yang memiliki *level* tegangan RS-232. Sehingga dibutuhkan komponen *level* konverter yaitu RS-232 yang terintegrasi dalam IC MAX-232.



Gambar 3.11 Rangkaian Komunikasi Serial Menggunakan IC MAX-232

3.3.5 Rangkaian *Liquid Crystal Display* (LCD)

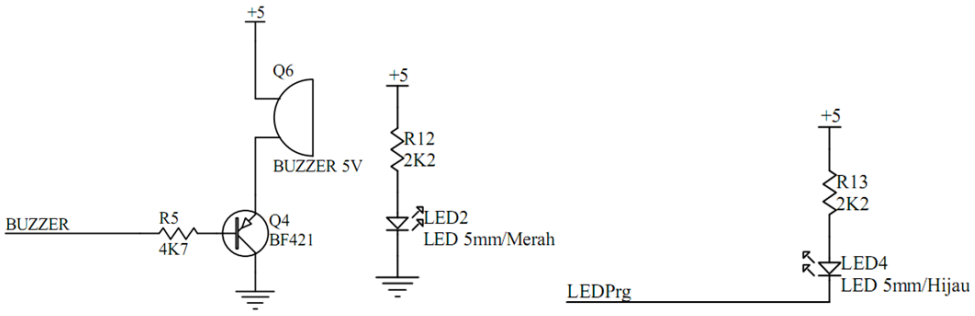
Dalam perancangan tugas akhir ini, digunakan *Liquid Crystal Display* (LCD) dengan jumlah karakter 16x2.



Gambar 3.12 Rangkaian Penampil LCD *Character* 16x2

3.3.6 Rangkaian Indikator *Light-Emmiting Diode* (LED) Dan *Buzzer*

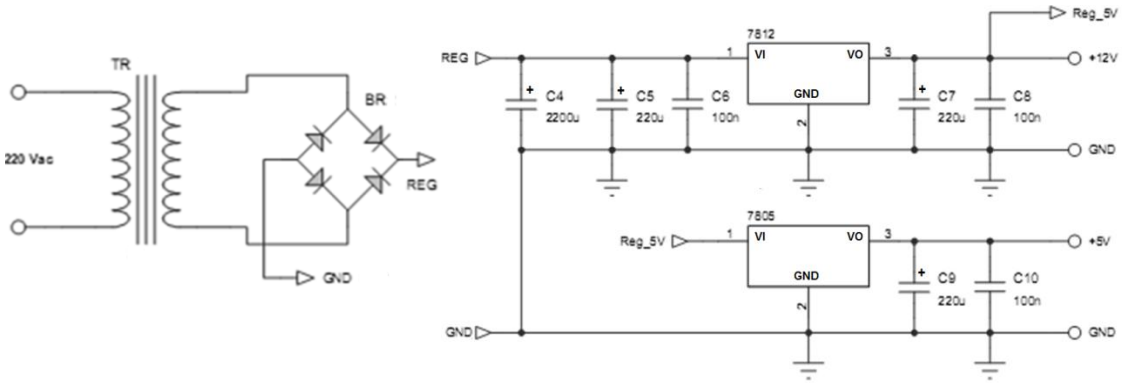
Ketika output mikrokontroler yang terhubung dengan rangkaian LED berlogika "0" atau *low*, maka LED tersebut akan menyala dan berlogika "1" atau *high*, maka LED tersebut akan mati. Selain itu terdapat *buzzer* yang berfungsi memberikan tanda berupa bunyi. *Buzzer* akan berbunyi atau aktif ketika *output* mikrokontroler yang terhubung dengan *buzzer* berlogika "1" atau *high*.



Gambar 3.13 Rangkaian Indikator LED dan *Buzzer*

3.3.7 Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

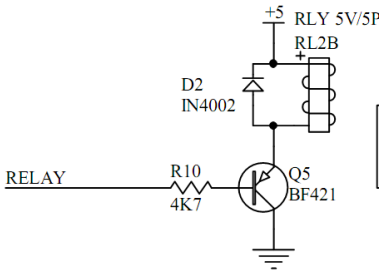
Rangkaian catu daya digunakan menggunakan transformator 2A digunakan untuk catu daya pada rangkaian-rangkaian yang membutuhkan arus yang tidak terlalu besar. Besar tegangan keluarannya pun 5Vdc dan 12Vdc. IC regulator yang digunakan dalam perancangan brankas ini menggunakan IC regulator tipe LM7805 yang digunakan untuk memberikan tegangan sebesar 5 volt dc, dan LM7812 digunakan untuk memberikan tegangan sebesar 12 volt dc. Untuk sumber *supply* daya, digunakan dua buah sumber daya yaitu jala-jala listrik PLN.



Gambar 3.14 Rangkaian Catu Daya

3.3.8 Rangkaian Relay

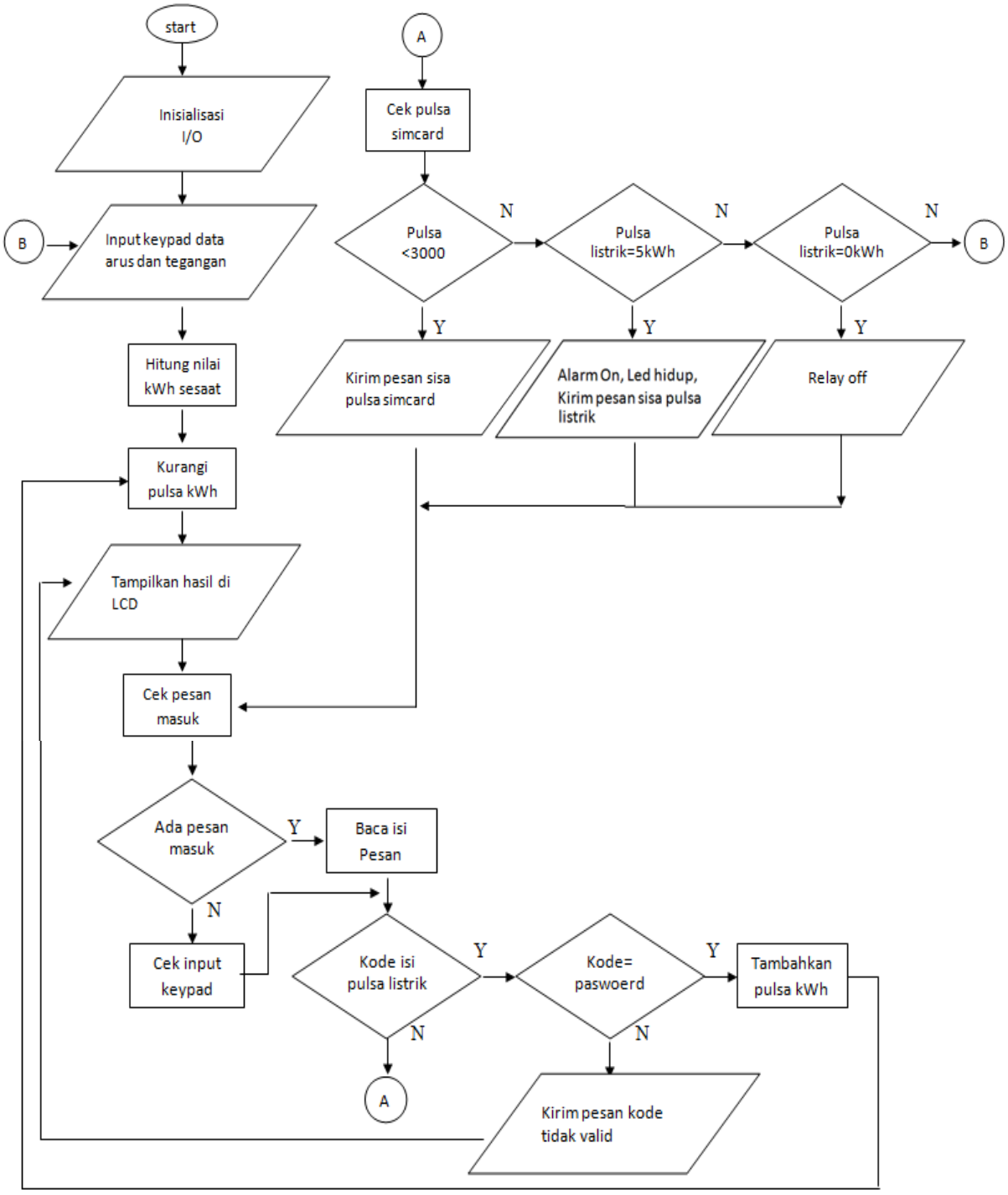
Relay adalah sebuah saklar elektromagnetik yang prinsip kerjanya menggunakan azas kumparan listrik. Rangkaian ini berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik yang terhubung ke beban.



Gambar 3.15 Rangkaian *Relay*

3.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) bertujuan untuk menentukan setiap alur eksekusi dari perangkat yang dirancang. Setiap masukan yang diterima akan diatur oleh perangkat lunak yang selanjutnya akan diproses untuk menentukan eksekusi pada bagian keluaran. Berikut adalah alur kinerja (*flowchart*) dari sistem yang akan dirancang.



Gambar 3.16 Diagram Alir Utama*Prototype* Sistem kWh Prabayar berbasis *Short Message Service* (SMS)

Pada Gambar 3.16 merupakan diagram alir utama dari sistem monitoring kWh prabayar berbasis *Short Message Service* (SMS). Mikrokontroler akan mendeteksi keluaran dari sensor arus dan rangkaian pembaca tegangan yang akan dihitung tegangan efektif dan juga arus efektif. Sedangkan untuk menghitung besarnya daya per kilo atau daya sesaat kemudian nilai kWh yang sebelumnya sudah ada akan dikurangi daya sesaat tersebut. Seperti diketahui 1 jam = 3600 detik, jadi jika dikonversi ke dalam satuan kilo maka kWh (Kilo Watt Hours) = 3600000 atau kWh = P/3600000, kemudian nilai dari kWh sesaat akan ditampilkan di LCD.

Mikrokontroler akan mendeteksi jika terdapat pesan masuk, maka mikrokontroler memerintahkan GSM modem untuk membaca isi pesan yang masuk. Kemudian mengambil data hasil pembacaan isi pesan tersebut dan mikrokontroler akan membandingkan, 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 dirimkan benar maka dengan otomatis pulsa listrik yang ada pada kWh akan bertambah. Namun jika kode yang dimasukan salah maka modem akan mengirim pesan kepada nomor pelanggan melalui SMS bahwa kode yang dikirimkan salah.

Untuk mengetahui sisa pulsa pada *SimCard* mikrokontroler akan mengecek jumlah pulsa yang tersisa pada *SimCard* yang terdapat pada GSM modem, kemudian saat sissa pusa mencapai batas minimum (4000 ribu) 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 =5 kWh mikrokotroler akan menghidupkan *buzzer* dan LED merah serta memerintahkan GSM modem untuk mengirim pesan singkat tetang sisa pulsa listrik yang ada pada kWh kepada nomor pelanggan. Jika tidak maka mikrokontroler akan membandingkan sisa pulsa listrik, jika pulsa listrik = 0, maka relay akan terputus dan jika ≠ 0, maka relay tetap terhubung dan nilai pulsa akan terus berkurang.