

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian dan perancangan tugas akhir dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung pada tanggal 4 Juni 2013 hingga 23 September 2014.

#### **B. Alat dan Bahan**

Adapun peralatan yang akan digunakan adalah :

1. Notebook HP Pavilion DV4 3106-TX ;
2. Solder ;
3. Timah ;
4. Bor ;
5. Sistem Minimum dan *Downloader* AVR untuk mikrokontroler;
6. *Power Supply* 5 V<sub>DC</sub> ;
7. *Clamp Meter* ;
8. Papan projek (*project board*) ;
9. Kabel ;

Komponen - komponen utama yang dibutuhkan adalah :

1. Modul kit mikrokontroler ;

2. Modem GSM RS232 ;
3. *Current Transformer* ;
4. Rangkaian pengkondisi sinyal ;
5. *Handphone* ;
6. LCD 16 x 2.

Adapun komponen pendukung untuk perancangan ini adalah :

1. PCB ;
2. Akrilik ;
3. Aluminium siku.

### **C. Metode Penelitian**

Metodologi penelitian pada tugas akhir ini, yaitu :

#### **C.1. Mikrokontroller**

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika *digital* yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Mikrokontroler banyak digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis.

Secara teknis hanya ada 2 macam mikrokontroler yang masing - masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri – sendiri, yaitu :

1. RISC kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer* : instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak ;
2. CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer* : instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Tentang jenisnya banyak sekali ada keluarga Motorola dengan seri 68xx, keluarga MCS51 yang diproduksi Atmel, Philip, Dallas, keluarga PIC dari Microchip, Renesas, Zilog. Masing - masing keluarga juga masih terbagi lagi dalam beberapa tipe. Jadi sulit sekali untuk menghitung jumlah mikrokontroler.<sup>[7]</sup>

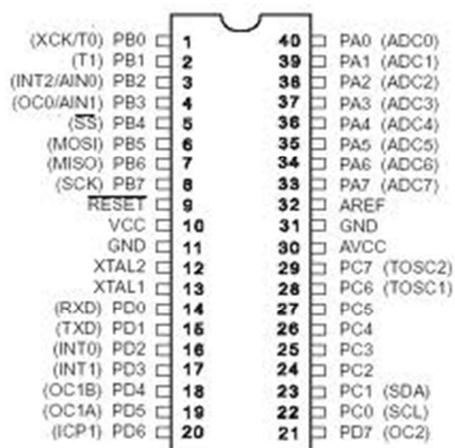
#### C.1.1. Arsitektur Mikrokontroler

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) merupakan mikrokontroler keluaran Atmel, yang mempunyai arsitektur RISC 8 bit. Semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. Mikrokontroler banyak digunakan untuk sistem yang kompleks, memiliki *input* sinyal analog, dan membutuhkan memori yang relatif lebih besar. Berikut ini adalah fitur - fitur mikrokontroler :

- Memori Flash 8 Kbytes untuk program
- Memori EEPROM 512 bytes untuk data
- Memori SRAM 512 bytes untuk data
- Maksimal 32 pin I/O
- 20 interrupt
- 8 channel ADC 10 bit terletak pada port A
- Komunikasi serial melalui SPI dan USART
- Analog komparator
- 4 I/O PWM
- Fasilitas *In System Programming* (ISP)

### C.1.2. Konfigurasi Pin Mikrokontroler

Konfigurasi pin mikrokontroler terdapat pada gambar 3.1. berikut ini :



Gambar 3.1. Pin Mikrokontroler ATmega8535.<sup>[8]</sup>

Pada Tabel 3.1. merupakan fungsi dari setiap pin yang ada pada mikrokontroler.

Tabel 3.1 Fungsi pin mikrokontroler.<sup>[9]</sup>

Nama Pin	Fungsi
VCC	Catu daya
GND	<i>Ground</i>
Port A  (PA7..PA0)	<i>Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.</i>  Juga berfungsi sebagai masukan analog ke ADC (ADC0 s.d. ADC7)
Port B  (PB7..PB0)	<i>Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.</i>  Fungsi khusus masing-masing <i>pin</i> :

	<p><b><u>Port Pin Fungsi lain</u></b></p> <p>PB0      T0 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>)</p> <p>PB1      T1 (<i>Timer/Counter1 External Counter Input</i>)</p> <p>PB2      AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>)</p> <p>PB3      AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>)</p> <p>PB4      SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)</p> <p>PB5      MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)</p> <p>PB6      MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)</p> <p>PB7      SCK (<i>SPI Bus Serialclock</i>)</p>
Port C  (PC7..PC0)	<p><i>Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.</i></p> <p>Dua <i>pin</i> yaitu PC6 dan PC7 berfungsi sebagai <i>oscillator</i> luar untuk <i>Timer/Counter2</i>.</p>
Port D  (PD7..PD0)	<p><i>Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.</i></p> <p>Fungsi khusus masing-masing <i>pin</i> :</p> <p><b><u>Port Pin Fungsi lain</u></b></p> <p>PD0      RXD (<i>UART Input Line</i>)</p> <p>PD1      TXD (<i>UART Output Line</i>)</p>

	<p>PD2      INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)</p> <p>PD3      INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)</p> <p>PD4      OC1B (<i>Timer/Counter1 Output CompareB Match Output</i>)</p> <p>PD5      OC1A (<i>Timer/Counter1 Output CompareA Match Output</i>)</p> <p>PD6      ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)</p> <p>PD7      OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)</p>
RESET	Masukan reset. Sebuah reset terjadi jika pin ini diberi logika rendah melebihi periode minimum yang diperlukan.
XTAL1	Masukan ke <i>inverting oscillator amplifier</i> dan masukan ke rangkaian <i>clock internal</i> .
XTAL2	Keluaran dari <i>inverting oscillator amplifier</i> .
AVCC	Catu daya untuk <i>port A</i> dan ADC.
AREF	Referensi masukan analog untuk ADC.
AGND	<i>Ground</i> analog.

### C.1.3. Memori Mikrokontroler<sup>[9]</sup>

Mikrokontroler memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data, dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

#### a. Memori program

Mikrokontroler memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing - masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi.

#### b. Memori data

Mikrokontroler memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. Mikrokontroler memiliki 32 *byte register* serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 *byte* digunakan untuk memori data SRAM.

#### c. Memori EEPROM

Mikrokontroler memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-

register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

#### C.1.4. Sistem *Clock* <sup>[8]</sup>

*Clock* digunakan untuk mengontrol keserempakan operasi perangkat - perangkat yang ada di dalam mikrokontroler. Semakin besar frekuensi *clock* yang dipakai, maka semakin cepat mikrokontroler dalam mengeksekusi suatu perintah. Pada mikrokontroler terdapat lima buah sumber *clock* yang dapat diatur melalui bit flash fuse CKSEL3..0. Pengaturan sumber *clock* ditunjukkan pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Pengaturan sumber clock.

CKSEL3..0	Sumber <i>clock</i>
1111-1010	Kristal eksternal/resonator keramik
1001	Kristal eksternal frekuensi rendah
1000-0101	Osilator RC eksternal
0100-0001	Osilator RC Internal terkalibrasi
0000	Clock eksternal

Osilator RC internal terkalibrasi memiliki kemampuan untuk mensuplai sinyal *clock* maksimal hingga frekuensi 8 MHz. Untuk memperoleh frekuensi *clock* yang lebih tinggi lagi, dapat digunakan kristal eksternal

sebagai sumber *clock* yang dapat membangkitkan *clock* hingga frekuensi 16 MHz.

#### C.1.5. Analog to Digital Converter (ADC) <sup>[8]</sup>

ADC adalah kepanjangan dari *Analog to Digital Converter* yang artinya pengubah dari analog ke digital. Fungsi dari ADC adalah untuk mengubah data analog menjadi data digital yang nantinya akan masuk ke suatu komponen digital yaitu mikrokontroler.

Beberapa parameter yang menentukan mutu sebuah ADC, yaitu kesalahan kuantisasi, ketidaklinieran, kode tidak lengkap atau hilang, dan waktu konversi. Resolusi suatu ADC yang dinyatakan dengan bit, menunjukkan tingkat ketelitian ADC di dalam mengubah sinyal analog ke digital. Semakin banyak bitnya, maka semakin peka ADC tersebut terhadap perubahan masukan analognya. Misalnya untuk ADC 8 bit dengan jangkauan masukan 10 Volt, tegangan terkecil yang dapat dibedakan adalah  $10/256 = 39.0625$  mV, sedangkan pada ADC 12 bit adalah  $10/4096 = 2.44$  mV.

Kesalahan kuantisasi muncul karena keterbatasan variasi bit yang tersedia terhadap nilai - nilai analognya. Misalnya pengukuran besaran analog dengan menggunakan konverter 8 bit. Besaran itu sendiri dapat mempunyai nilai sembarang yang bersifat malar. Sedangkan konverter 8 bit tersebut hanya dapat mengeluarkan nilai yang terbatas jumlahnya untuk mewakili nilai - nilai besaran analog tersebut.

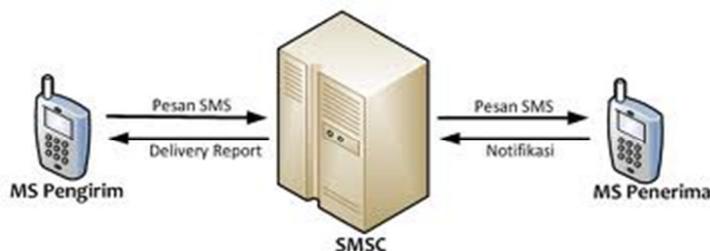
Karakteristik linier didekati dengan karakteristik bentuk tangga, sehingga timbul kesalahan kuantisasi sebesar setengah dari tinggi anak tangga. Karena tinggi anak tangga adalah sama dengan bit penting terendah (*Least Significant Bit*, LSB) dalam bilangan biner, maka kesalahan tersebut sama dengan setengah LSB. Kesalahan ini diperkecil dengan memperbanyak posisi biner.

### C.2. Cara Kerja *Short Message Service* (SMS) <sup>[10]</sup>

SMS dikirim dari pengirim ke penerima melewati *Short Message Service Center* (SMSC) dengan prinsip *Store and Forward*, dimana pesan yang dikirim ke SMSC akan disimpan terlebih dahulu hingga masa validitas tertentu terpenuhi jika ponsel nomor yang dituju dalam keadaan mati ataupun diluar jangkauan operator, setelah ponsel nomor yang dituju sudah aktif atau berada dalam jangkauan operator maka pesan akan diteruskan oleh SMSC kepada penerima. Apabila pesan yang tersimpan di SMSC sudah melewati masa validitas yang ditentukan, pesan tersebut akan dihapus dan tidak akan diteruskan kepada nomor yang dituju.

SMSC adalah sistem yang mengelola pesan singkat dalam jaringan tanpa kabel. Cara kerja SMSC ketika pengguna ponsel mengirim pesan singkat maka pesan singkat tersebut akan masuk ke SMSC terlebih dahulu. Tugas utama SMSC adalah mengatur proses pesan singkat, bila penerima dalam kondisi memungkinkan maka pesan singkat tersebut dikirimkan ke tujuan dan bila tidak memungkinkan (seperti ponsel dalam keadaan mati) maka pesan singkat tersebut akan disimpan terlebih dahulu di SMSC

menunggu tujuan pesan dalam kondisi memungkinkan SMSC juga dinamakan *Store* dan *Forward Operation*. Terlihat seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Blok Diagram Cara Kerja SMS.<sup>[10]</sup>

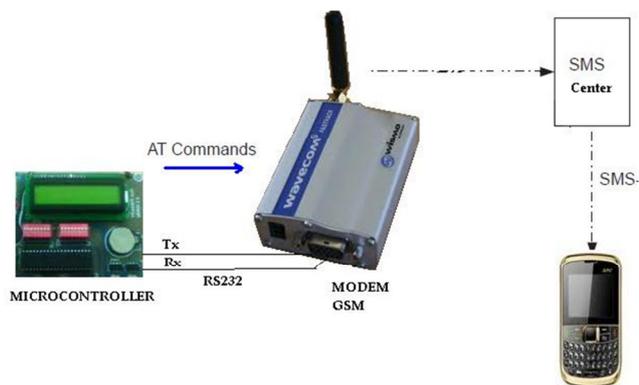
### C.3. Perintah AT Command<sup>[10]</sup>

*AT Command* adalah perintah yang dapat diberikan kepada handphone atau *Global System for Mobile Communications* (GSM) dan *Code Division Multiple Access* (CDMA) modem untuk melakukan sesuatu hal, termasuk untuk mengirim dan menerima SMS. Dengan memprogram pemberian perintah ini di dalam komputer/mikrokontroler maka perangkat kita dapat melakukan pengiriman atau penerimaan SMS secara otomatis untuk mencapai tujuan tertentu. Komputer ataupun mikrokontroler dapat memberikan perintah *AT Command* melalui hubungan kabel data serial ataupun bluetooth. *AT Command* setiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tapi pada dasarnya sama. Beberapa *AT Command* yang penting untuk SMS yaitu sebagai berikut :

1. AT + CMGS : untuk mengirim SMS
2. AT + CGML : untuk memeriksa SMS
3. AT + CMGD : untuk menghapus SMS

#### 4. AT + CMGR : untuk membaca SMS

Antara perangkat *handphone* dan GSM/CDMA modem bisa memiliki *AT-Command* yang berbeda - beda, namun biasanya mirip antara satu perangkat dengan perangkat lainnya. Prinsip kerja SMS terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Prinsip kerja pengiriman SMS menggunakan Modem.<sup>[10]</sup>

##### C.3.1. Perintah kirim SMS

Untuk mengirim sebuah SMS perintah yang digunakan yaitu  $AT+CMGS = x$  dimana  $x$  adalah jumlah pasang karakter data *Protocol Data Unit* (PDU) yang ingin dikirimkan. Dalam data PDU nanti akan tersimpan nomor tujuan pengiriman dan pesan SMS yang ingin dikirimkan. Handphone atau GSM/CDMA modem kemudian akan merespon untuk mempersilakan memasukkan data PDU yang harus diakhiri dengan karakter CTRL-Z. Untuk menerima SMS yang masuk perintah yang digunakan yaitu  $AT+CMGR=x$ , dimana  $x$  adalah nomor index SMS yang ingin dibaca dalam memori tempat penyimpanan (*SIM card* atau *handphone/modem*).

*Handphone* atau GSM/CDMA modem akan merespon dengan memberikan data PDU dari SMS yang diinginkan, dimana di dalamnya memuat nomor pengirim, waktu kirim, dan pesan SMS yang dikirim. PDU ini kemudian dikonversi ke mode teks kemudian dapat diterjemahkan oleh komputer/mikrokontroler sehingga didapatkan informasi yang ingin diketahui.

Mode PDU adalah format pesan dalam *hexadecimal octet* dan *semidecimal*. Kelebihan menggunakan mode PDU adalah dapat melakukan *encoding* sendiri yang tentunya harus pula didukung oleh *hardware* dan operator GSM, melakukan kompresi data, menambahkan nada dering dan gambar pada pesan yang akan dikirim.

#### C.4. Perancangan alat

Tahapan dalam proses perancangan alat sebagai berikut :

a. Perancangan model sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan diagram blok rangkaian pendeteksi arus.

b. Perancangan rangkaian

Tahap ini berisi perancangan rangkaian dari masing - masing blok yang ada pada perancangan model sistem. Perancangan dibuat sehingga antar blok dapat terhubung dengan benar dan sesuai dengan

kriteria yang dibutuhkan. Dalam perancangan ini terbagi dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Perancangan antara *Current Transformer* dengan rangkaian pengkondisi sinyal ;
2. Perancangan antara mikrokontroler dengan LCD 16x2 ;
3. Perancangan antara mikrokontroler dengan modem GSM RS232 ;
4. Perancangan keseluruhan alat.

#### b.1. Pembacaan Nilai Arus Listrik

Kabel atau objek yang akan diukur dilewatkan pada lubang *Current Transformer*. Kemudian medan listrik yang ada pada menyebabkan timbulnya gaya gerak magnet pada sisi primer *Current Transformer*. Gaya gerak magnet ini menimbulkan fluks pada inti, kemudian membangkitkan gaya gerak listrik pada sisi sekunder. Saat terminal sisi sekunder dihubungkan dengan rangkaian pengkondisi sinyal, maka pada terminal sisi sekunder mengalir arus listrik AC dan tegangan listrik AC. Besar nilai arus listrik *output Current Transformer* ini berkisar antara 0 A sampai 5 A. Dari *output Current Transformer* kemudian di *clamped* oleh rangkaian penstabil tegangan. Setelah di *clamped* kemudian disearahkan oleh rangkaian penyearah tegangan agar dihasilkan berupa tegangan DC. Tegangan DC *output* dari rangkaian pengkondisi sinyal ini kemudian menjadi *input* bagi ADC mikrokontroler. Pada ADC

mikrokontroler merubah dari tegangan DC menjadi bilangan biner. Kemudian data bilangan biner ini diolah oleh mikrokontroler sesuai program yang sudah dibuat pada *software CodeVision*. Kemudian *output* mikrokontroler pada PORTC terhubung dengan LCD 16x2 untuk menampilkan data berupa besar nilai arus listrik yang dibaca oleh alat. Dan output pada PORTD yaitu PIN TX dan PIN RX terhubung dengan ICMAX232 yang merupakan koneksi RS232.

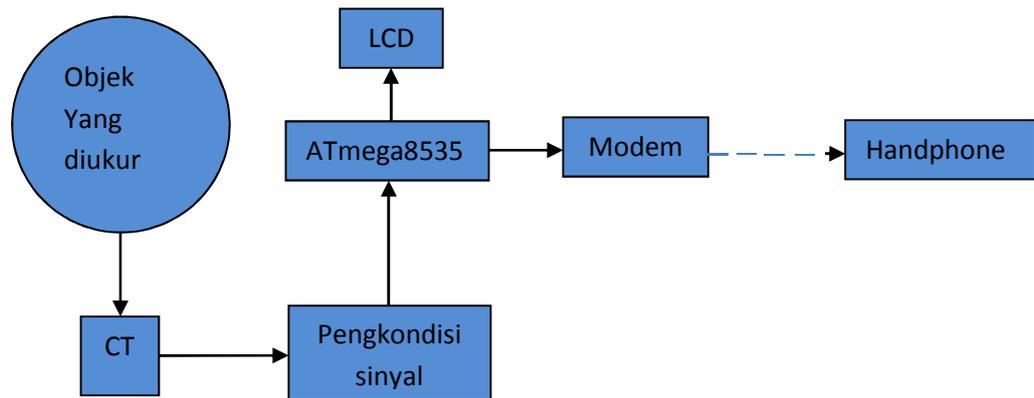
#### b.2. Pengiriman SMS

Pada program di *setting* ketika arus yang terbaca oleh alat lebih besar dari sama dengan 2 A, maka mikrokontroler baru akan memberikan perintah ke Modem GSM untuk mengirimkan SMS ke nomor tujuan. Proses pengiriman SMS ini bergantung dengan keadaan jaringan layanan operator yang dipakai pada modem dan pada nomor tujuan.

### C.5. Perancangan program

Perancangan program pembacaan arus dan pengiriman informasi melalui pesan singkat, sehingga didapatkan algoritma dari program tersebut.

Berikut ini gambar blok diagram alir sistem pada gambar 3.4. :



Gambar 3.4. Blok Diagram Alir Sistem

Dari gambar diatas, arus dari transformator distribusi akan dibaca oleh transformator arus. Keluaran transformator arus berupa arus listrik AC dan tegangan AC kemudian masuk ke rangkaian pengkondisi sinyal, kemudian tegangan output dari rangkaian pengkondisi sinyal akan menjadi inputan ADC pada modul kit mikrokontroler. Mikrokontroler di program sehingga akan mengirimkan sinyal aktif kepada modem apabila telah mengetahui arus yang telah ditetapkan sebelumnya. Kemudian modem secara otomatis akan mengirimkan pesan singkat ke nomor tujuan.

#### C.6. Pembuatan alat

Tahap realisasi pembuatan alat dari rancangan yang telah dibuat.

#### C.7. Pengujian alat

Menguji alat apakah telah sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian akan dibagi menjadi 2 tahap, yaitu :

##### a. Kalibrasi alat

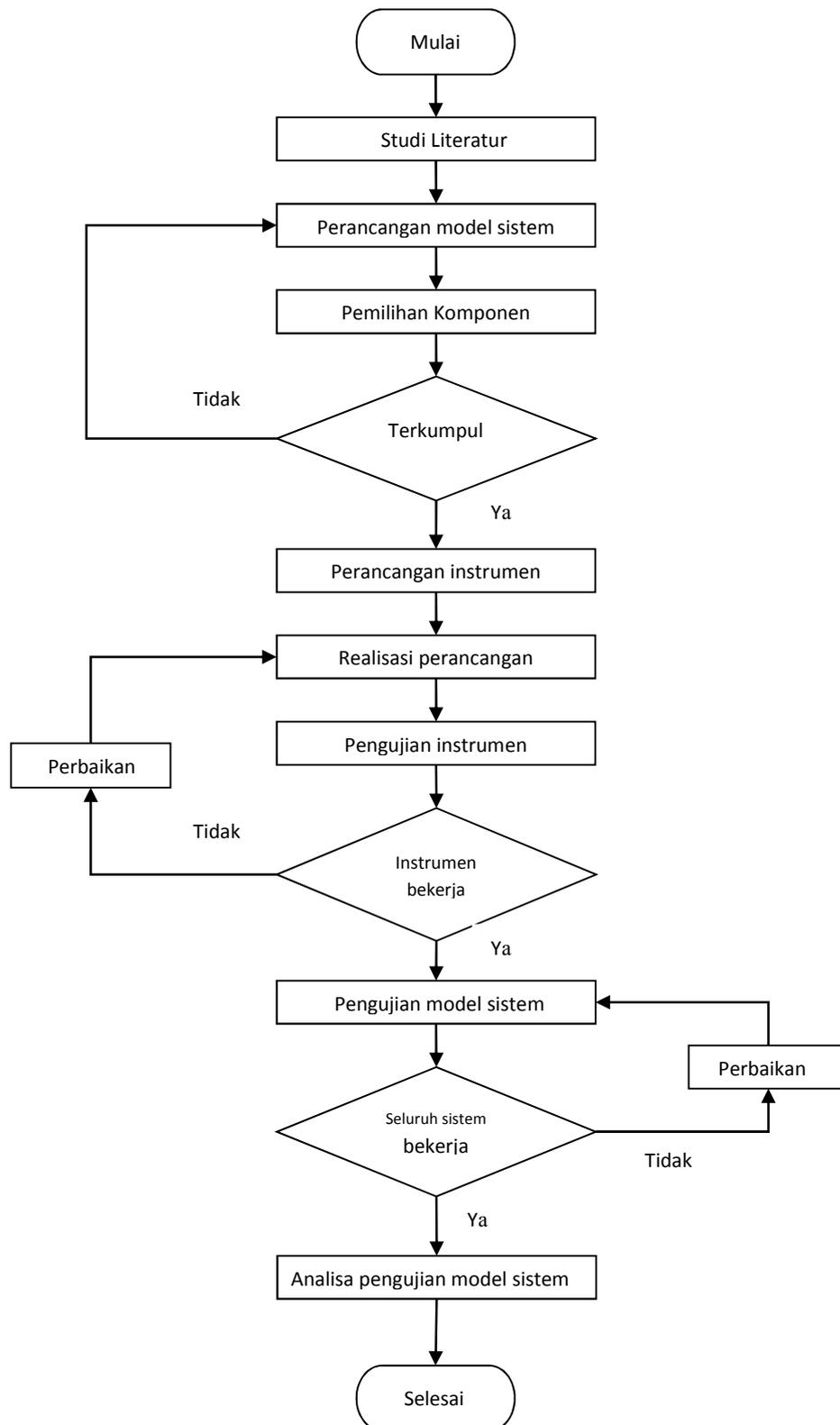
Pengkalibrasian dilakukan dengan cara menyamakan nilai yang terukur pada alat yang telah dibuat dengan nilai yang terukur pada *Clamp Meter*.

#### b. Pengujian Alat

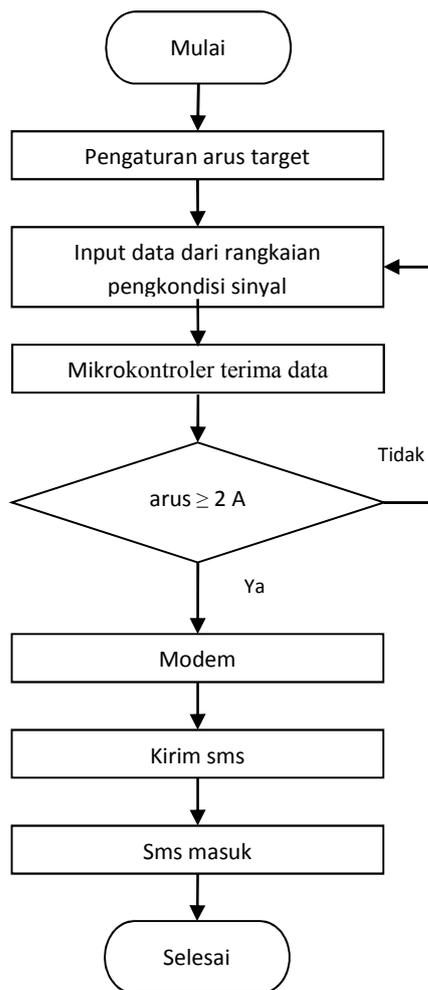
Alat akan diuji untuk mengetahui apakah alat telah berfungsi dengan baik. Bila terdapat kesalahan, maka akan dilakukan perbaikan.

Pada gambar 3.5. merupakan diagram alir penelitian dalam pembuatan alat ini. Dimulai dengan pengumpulan literatur atau teori yang berhubungan dengan pembuatan alat, kemudian melakukan perancangan model sistem dan menentukan komponen apa saja yang diperlukan. Setelah komponen terkumpul, tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan instrumen. Setelah alat selesai dirancang kemudian ke tahap pengujian. Apabila alat dapat bekerja dengan benar dan sesuai, maka kemudian melakukan pengumpulan data hasil pengujian alat. Namun apabila alat belum bekerja dengan benar dan sesuai, maka akan dilakukan perbaikan.

Diagram alir kerja sistem dapat terlihat pada gambar 3..6. Dimulai dengan pengaturan arus target, kemudian memasukkan data dari rangkaian pengkondisi sinyal. Selanjutnya mikrokontroler akan mengolah data tersebut. Apabila hasilnya nilai arus lebih besar dari sama dengan 2 A, maka mikrokontroler akan memberikan perintah kepada modem untuk mengirimkan SMS ke nomor tujuan.



Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.6 Diagram alir kerja sistem