

Rancang Bangun *Prototype* Alat Pendeteksi Arus Melalui Layanan Pesan Singkat (SMS) Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Fajar Ardian¹, Noer Soedjarwanto², M Komarudin³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹fajarbro003@yahoo.com

²noersoedjarwanto@gmail.com

³komar@eng.unila.ac.id

Abstrak - Transformator merupakan peralatan yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik. Kenaikan beban pada transformator dapat menyebabkan nilai arusnya ikut bertambah. Kerusakan transformator disebabkan arus berlebih yang tidak terdeteksi. Kerusakan bisa dihindari apabila pengguna mengetahui bahwa transformator telah mencapai arus yang tidak diizinkan. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat alat yang mampu membaca besar nilai arus listrik AC dan kemudian mengirim informasi nilai arus listrik pada objek yang diukur melalui layanan pesan singkat secara otomatis ke nomor tujuan. Alat ini menggunakan transformator arus untuk pengukuran arus listrik AC, pengkondisi sinyal untuk merubah dari tegangan AC ke tegangan DC, mikrokontroler sebagai pengendali utama, dan modem GSM berfasilitas *AT Command* sebagai pengirim SMS. Hasil dari pembuatan alat ini adalah dapat memberikan informasi nilai arus listrik AC dari jarak jauh melalui layanan pesan singkat ke nomor *handphone* tujuan secara otomatis apabila nilai arus objek yang diukur sudah melebihi batas arus yang telah ditentukan.

Kata kunci - arus listrik, transformator arus, modem GSM, layanan pesan singkat (SMS).

Abstract - Transformer is a very important device in electric power distributions. The increase of load on the transformer can cause the value of the rising current. It caused by overcurrent that was not detected. It could have been avoided if the user know the transformer has reached electric current that is not allowed. The purpose of this final project is to create a device that is able to read AC current value, and then send the information value of the electric current on the object to be measured in a short message service automatically to the destination phone number. This device uses a current transformer for AC current measurement, signal conditioning to convert AC voltage to DC voltage, microcontroller as the main controller, and GSM modem as SMS sender. The result of creating this device is to provide information about the value of the AC electric current from a distance via a short message service automatically to the destination phone number when the electric current value of the object being measured has exceeded a predetermined limit.

Keywords - electric current, current transformer, GSM modem, short message service (SMS).

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu peralatan yang sangat penting pada bagian distribusi yaitu transformator distribusi. Transformator distribusi berfungsi untuk mengubah tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, dan kemudian disalurkan ke konsumen. Karena transformator merupakan

peralatan yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik, maka diusahakan agar peralatan ini berusia panjang dan dapat lebih lama dipergunakan. Gangguan pada transformator distribusi dapat menyebabkan putusnya penyaluran listrik ke konsumen, kebakaran, dan kerugian materil baik itu pihak konsumen maupun di pihak produsen energi listrik itu sendiri. Salah satu penyebab kerusakan transformator adalah arus yang

mengalir pada transformator melebihi dari nilai ratingnya.

Kerusakan yang diakibatkan arus berlebih yang mengalir pada transformator sebenarnya dapat dihindari apabila mampu mencegah arus transformator melebihi arus settingnya. Oleh karena itu, pembuatan alat pendeteksi arus pada transformator secara otomatis melalui layanan pesan singkat dapat menjadi suatu alternatif yang dapat mempermudah dalam mengetahui arus pada transformator sehingga dapat menghindari kerusakan transformator distribusi. Akan tetapi untuk pengujiannya belum bisa untuk keadaan sesungguhnya karena keterbatasan, maka bentuk *prototype* menjadi pilihan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Subkhi Abdul Aziz yang berjudul “Analisis Kualitas Minyak Transformator Daya 25 kVA Berdasarkan Data Citra Kamera Termal dan Data Hasil Uji Gas Chromatograph”, ketika transformator bertambah bebannya maka panasnya ikut bertambah. Daya adalah nilai tegangan dikalikan nilai arus listrik ^[11]. Dengan keadaan tegangan yang tetap dan daya (watt) yang bertambah, maka besar arus juga ikut bertambah. Oleh karena itu dengan bertambahnya nilai arus, maka suhu transformator juga ikut bertambah. Jika terjadi arus gangguan yang sangat besar, maka tidak menutup kemungkinan suhu transformator menjadi sangat berbahaya untuk keselamatan.

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Membuat alat untuk membaca nilai arus listrik dengan tampilan digital ;
- 2) Membuat alat yang dapat memberikan informasi nilai arus yang mengalir pada objek melalui layanan pesan singkat secara otomatis.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

- 1) Bagaimana alat ini dapat mendeteksi arus ?
- 2) Bagaimana proses alat ini mengirimkan sms ke *handphone* pengguna ?

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Prinsip Kerja Transformator Arus

Pada dasarnya prinsip kerja Transformator Arus (*Current Transformer*) sama dengan transformator daya. Jika pada kumparan primer mengalir arus I_1 , maka pada kumparan primer timbul gaya gerak magnet sebesar $N_1 I_1$. Gaya gerak magnet ini memproduksi fluks pada inti, kemudian membangkitkan gaya gerak listrik (GGL) pada kumparan sekunder. Jika terminal kumparan sekunder tertutup, maka pada kumparan sekunder mengalir arus I_2 , arus ini menimbulkan gaya gerak magnet $N_2 I_2$ pada kumparan sekunder. Bila transformator tidak mempunyai rugi - rugi (transformator ideal) berlaku persamaan :

$$N_1 \times I_1 = N_2 \times I_2 \quad (1)$$

Atau

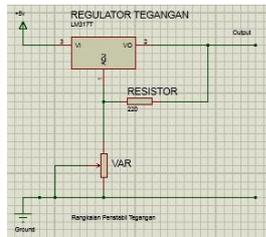
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (2)$$

Keterangan :

- N_1 : Jumlah belitan kumparan primer
 N_2 : Jumlah belitan kumparan sekunder
 I_1 : Arus kumparan primer
 I_2 : Arus kumparan sekunder.^[19]

B. Rangkaian Penstabil Tegangan

Rangkaian ini berfungsi untuk membuat tegangan pada sisi *output* rangkaian ini bernilai tetap atau stabil. Berapa pun besar tegangan DC dari sumber tegangan, nilai tegangan pada *output* rangkaian ini tetap bernilai sama. Rangkaian skematik penstabil tegangan seperti pada gambar 1.



Gbr. 1 Skematik rangkaian penstabil tegangan.^[14]

Untuk menentukan besar nilai tegangan *output* rangkaian ini dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_o = 1,25 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{adj} \times R_2 \quad (3)$$

Keterangan :

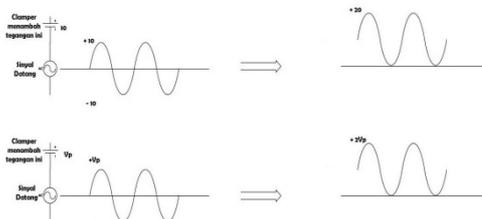
V_o : Tegangan *output* (V)

R_1 dan R_2 : Resistansi resistor (Ω)

I_{adj} : Arus pada kaki *adjustment* IC regulator tegangan (A)^[14]

C. Clamper

Rangkaian *clamper* adalah rangkaian yang digunakan untuk memberikan tegangan *offset* tegangan DC, agar tegangan yang dihasilkan adalah tegangan *input* ditambahkan dengan tegangan DC. Semua *clamper* melakukan penambahan komponen DC pada sinyal. *Clamper* tersusun atas dioda, kapasitor, dan komponen resistif. Pada gambar 2.2., sinyal input adalah gelombang sinus dengan harga puncak ke puncak sebesar 20 V. *Clamper* mendorong sinyal ke atas, sehingga puncak negatif jatuh pada level 0 V. Bentuk sinyal asli tetap dipertahankan.^[16]



Gbr. 2 Proses *Clamper*.^[16]

III. METODE PENELITIAN

A. 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 mikrokontroller;
- 6) *Power Supply* 5 V_{DC} ;
- 7) *Clamp Meter* ;
- 8) Papan proyek (*project board*) ;
- 9) Kabel.

Komponen - komponen utama yang dibutuhkan adalah :

- 1) Modul kit mikrokontroller ;
- 2) Modem GSM ;
- 3) *Current Transformer* ;
- 4) Rangkaian pengkondisi sinyal ;
- 5) *Handphone* ;
- 6) LCD 16 x 2.

Adapun komponen pendukung untuk perancangan ini adalah :

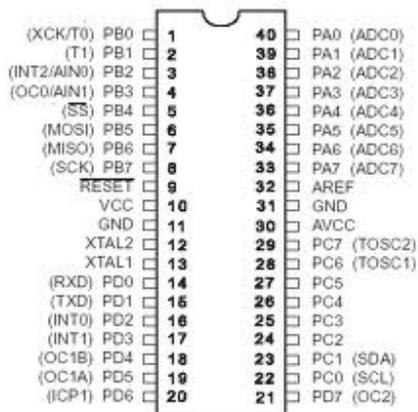
- 1) PCB ;
- 2) Akrilik ;
- 3) Aluminium siku.

B. Mikrokontroler

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. Berikut ini adalah fitur - fitur mikrokontroler :

- 1) Memori *Flash* 8 *kbytes* untuk program
- 2) Memori EEPROM 512 *bytes* untuk data
- 3) Memori SRAM 512 *bytes* untuk data
- 4) Maksimal 32 pin I/O
- 5) 20 *interrupt*
- 6) 8 *channel* ADC 10 bit terletak pada port A
- 7) Komunikasi serial melalui SPI dan USART
- 8) Analog komparator
- 9) 4 I/O PWM
- 10) Fasilitas *In System Programming* (ISP).^[18]

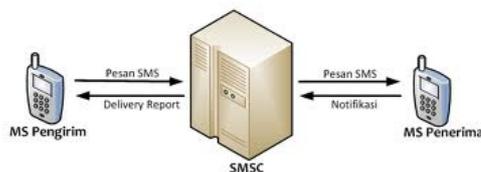
Konfigurasi pin mikrokontroler terdapat pada gambar 3 berikut ini :



Gbr. 3 Pin Mikrokontroler ATmega8535.^[8]

C. Cara Kerja SMS

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. Terlihat seperti pada gambar 4.^[10]



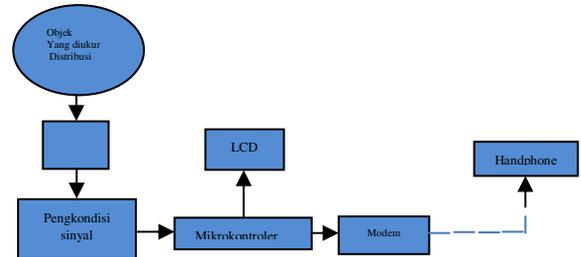
Gbr. 4 Blok Diagram Cara Kerja SMS.^[10]

D. Perintah AT-Command

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. 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.^[10]

E. Perancangan

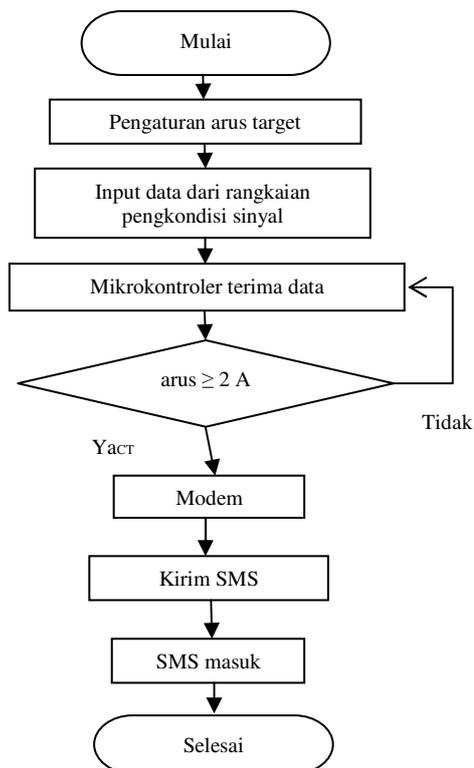


Gbr. 5 Blok Diagram Alir Sistem

Dari gambar diatas, arus dari transformator distribusi akan dibaca oleh transformator arus. *Output* 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.

F. Langkah Kerja Sistem

Berikut ini adalah gambar diagram alir kerja sistem :

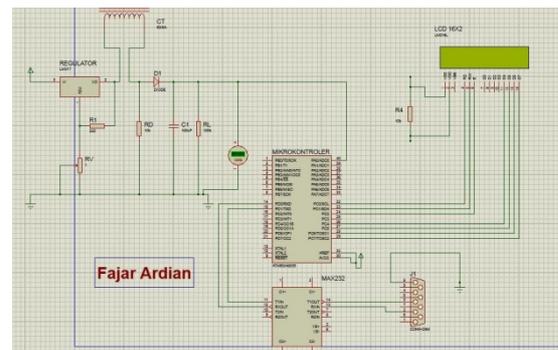


Gbr. 6 Diagram alir kerja sistem

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Perancangan

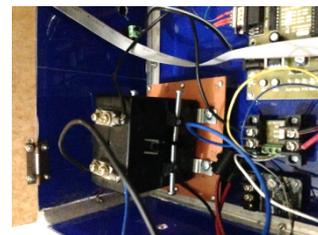
Sisi sekunder *Current Transformer*, yaitu terminal S1 dan S2, dihubungkan ke rangkaian pengkondisi sinyal. Kemudian sisi *output* rangkaian pengkondisi sinyal dihubungkan ke PORTA0 yang merupakan *input* ADC mikrokontroler. Lalu mikrokontroler memproses data sesuai program yang telah dibuat. PORTC dan PORTD pada mikrokontroler sudah di *setting* sebagai sisi *output* mikrokontroler. PORTC dihubungkan ke pin pada LCD 16x2, kemudian pin TX dan RX pada PORTD dihubungkan ke pin TX dan RX pada IC. Dari IC ini modul mikrokontroler dihubungkan ke modem GSM menggunakan kabel RS232. Rangkaian skematik keseluruhan sistem alat ini dapat terlihat pada gambar 7.



Gbr. 7 Rangkaian Skematik Alat

B. Pengujian Current Transformer

Pada pengujian ini, lubang *Current Transformer* dilewatkan sebuah kabel yang teraliri arus listrik untuk mengambil medan listriknya. Kemudian sisi sekunder *Current Transformer* ini dihubungkan ke rangkaian pengkondisi sinyal. Kemudian mengukur tegangan memakai *multimeter digital* dan mengukur arus yang mengalir pada sisi sekunder menggunakan *clamp meter* seperti pada gambar 8.



Gbr. 8 Current Transformer

Tabel 1. Nilai output dari *Current Transformer*.

Beban (W)	I_{CT} (A)	V_{CT} (V)
350	0,10	0,217
425	0,13	0,268
430	0,14	0,28
440	0,15	0,304
450	0,18	0,347
600	0,28	0,54
680	0,40	0,594

Tabel 1 merupakan data hasil pengukuran besar nilai output dari *Current Transformer* yang dipakai pada alat ini. Terlihat bahwa ketika beban bertambah maka nilai I_{CT} juga ikut bertambah. Data I_{CT} dan V_{CT} diperoleh dari pengukuran pada terminal S1 dan

terminal S2 pada sisi sekunder *Current Transformer*.

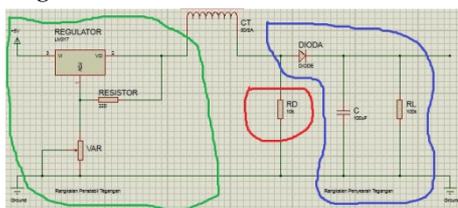
C. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal ini terdiri dari rangkaian penstabil tegangan dan rangkaian penyearah tegangan. Dari tabel 2 menunjukkan berapa pun nilai tegangan sumber, nilai tegangan *output* rangkaian penstabil tegangan selalu bernilai 1,249 V_{DC}. Pengukuran *output* tegangan rangkaian pengkondisi sinyal menggunakan *multimeter digital*. Setelah dilakukan pengukuran, besar tegangan output rangkaian ini pada saat *Current Transformer* tanpa beban adalah 1,172 V_{DC}.

Tabel 2. Tabel Pengujian Rangkaian Penstabil Tegangan

Tegangan Sumber (V _{DC})	Output Tegangan (V _{DC})
3	1,249
4,5	1,249
6	1,249
7,5	1,249

Pada gambar 9 terlihat bahwa terdapat 3 bagian proses dalam rangkaian pengkondisi sinyal ini. Bagian yang dilingkari warna hijau merupakan proses *clammer* untuk menambahkan tegangan DC kepada tegangan *output Current Transformer* yang berupa tegangan AC. Kemudian disearahkan dengan dioda seperti pada bagian yang dilingkari warna biru. Bagian yang dilingkari warna biru ini merupakan penyearah dan filter agar tegangan menjadi DC. Bagian yang dilingkari warna merah adalah resistor untuk mengatasi *clamping*.



Gbr. 9 Bagian – Bagian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

D. Pengujian Mikrokontroler

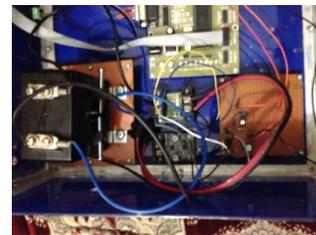
Pengujian sistem minimum mikrokontroler menggunakan sebuah *usbasp downloader* untuk koneksi dengan *ISP port* pada modul mikrokontroler. Kemudian menjalankan *software AVR CodeVision*. Untuk pengujian sistem minimum mikrokontroler ini dengan mengatur variasi hidup lampu led pada modul.

E. Pengujian Modem GSM

Pada tahap pengujian ini, Modem GSM dihubungkan ke *Personal Computer (PC)* menggunakan sebuah kabel RS232 dan adaptor 7,5 volt sebagai *power supply* modem juga dihubungkan ke listrik. Kemudian di lihat apabila lampu indikator modem sudah hidup dan berkedip, maka *simcard* pada modem sudah aktif dan terhubung dengan jaringan operator GSM. Kemudian menjalankan *software HyperTerminal* pada PC.

F. Perancangan Current Transformer dengan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pada tahap ini menghubungkan antara *Current Transformer* dengan rangkaian pengkondisi sinyal seperti pada gambar 10. Terlihat dari terminal S1 dan S2 *Current Transformer* dihubungkan ke rangkaian pengkondisi sinyal dengan menggunakan kabel.



Gbr. 10 Perancangan *Current Transformer* dengan Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

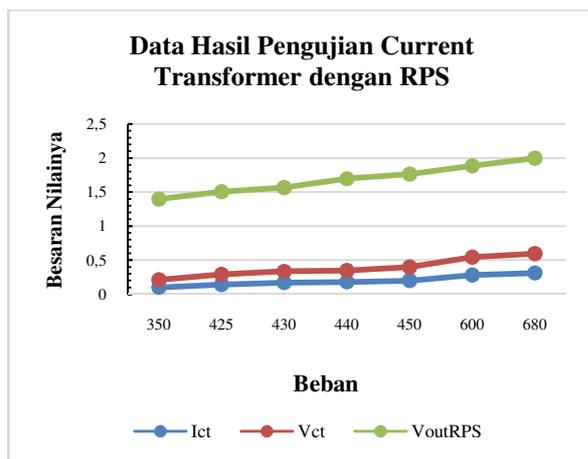
Karena perbedaan ukuran diameter kabelnya, maka digunakan terminal *box* untuk menghubungkan kabel – kabelnya. Setelah dihubungkan kemudian melakukan pengukuran, data hasil pengukurannya terlihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Current Transformer* dengan Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

Beban (Watt)	Arus pada Clamp Meter (A)	I_{outCT} (A)	V_{CT} (V_{AC})	V_{outRPS} (V_{DC})
350	1,0	0,10	0,211	1,397
425	1,4	0,14	0,290	1,505
430	1,7	0,17	0,335	1,567
440	1,8	0,18	0,345	1,696
450	2,0	0,20	0,399	1,765
600	2,8	0,28	0,541	1,886
680	3,1	0,31	0,594	1,999

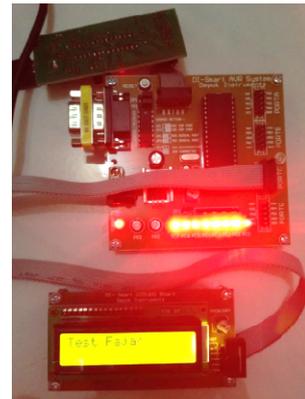
Dari tabel 3 terlihat bahwa ketika beban ditambah, maka besar tegangan *output* rangkaian pengkondisi tegangan juga ikut bertambah. Pengukuran pada sisi *output* rangkaian pengkondisi sinyal ini menggunakan *multimeter digital*.

Pada gambar 11 merupakan grafik hubungan antara arus sekunder dan tegangan sekunder pada *current transformer* dengan tegangan *output* pada rangkaian pengkondisi sinyal. Terlihat pada grafik bahwa ketika bebannya bertambah, maka baik nilai arus sekunder dan tegangan sekunder pada *current transformer* maupun tegangan *output* pada rangkaian pengkondisi sinyal juga ikut bertambah.

Gbr. 11 Grafik hubungan antara arus dan tegangan pada *current transformer* dengan tegangan pada rangkaian pengkondisi sinyal.

G. Perancangan Mikrokontroler dengan LCD

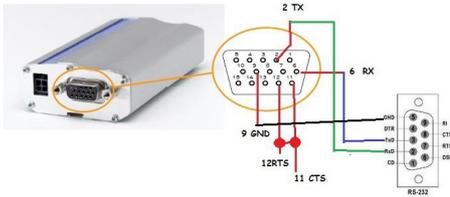
Pada perancangan ini, menghubungkan antara modul mikrokontroler dengan LCD 16x2. Setelah program di *download* oleh modul mikrokontroler, maka hasilnya terlihat seperti pada gambar 12 Kabel LCD dihubungkan dengan PORTC pada mikrokontroler. Kemudian pada LCD muncul kalimat Test Fajar, ini menandakan bahwa program sudah berjalan dengan benar.



Gbr. 12 Hasil Perancangan Mikrokontroler dengan LCD

H. Perancangan Mikrokontroler dengan Modem GSM

Pada tahap perancangan ini menghubungkan antara modul mikrokontroler dengan modem GSM. Pada gambar 13 menunjukkan koneksi kabel RS232 yang merupakan kabel koneksi antara modem GSM dengan modul mikrokontroler. Pin TX pada mikrokontroler dihubungkan dengan pin RX pada modem GSM, pin RX pada mikrokontroler dihubungkan dengan pin TX pada modem GSM, dan pin *ground* pada mikrokontroler dihubungkan dengan pin *ground* pada modem GSM. Setelah modem GSM terhubung ke mikrokontroler, kemudian memprogram pada *CodeVision* agar modem bisa mengirimkan SMS ke *handphone*.



Gbr. 13 Koneksi Modem GSM ke Mikrokontroler.^[10]

Tabel 4. Uji Kecepatan SMS masing – masing nomor telepon pada modem.

No.	Nomor Telepon	Kecepatan
1.	085267427822	6,14 detik
2.	085768481333	7,38 detik
3.	087782665333	6,76 detik

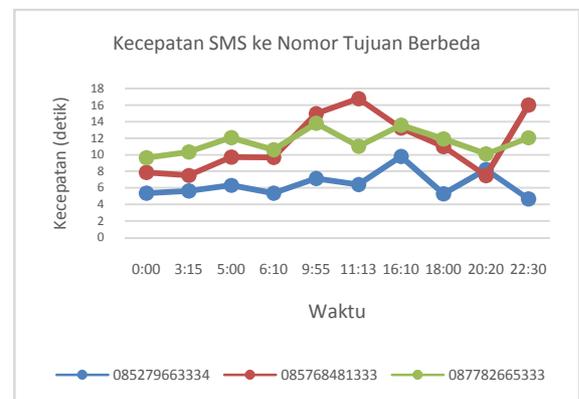
Pada tabel 4 terlihat bahwa nomor 085267427822 memiliki kecepatan SMS paling cepat. Dengan semakin cepat mengirimkan SMS ini akan sangat berpengaruh pada penggunaan alat ini. Berdasarkan hal ini maka dipilih nomor 085267427822 sebagai nomor telepon modem yang dipakai pada alat ini.

Tabel 5. Kecepatan pengiriman SMS alat dengan nomor telepon 085267427822 ke 3 buah nomor tujuan berbeda saat uji SMS.

Waktu	Nomor Tujuan SMS		
	085279663334	085768481333	087782665333
Pukul 00.00 WIB (27 Oktober 2014)	5,35 detik	7,86 detik	9,54 detik
Pukul 03.15 WIB (26 Oktober 2014)	5,61 detik	7,49 detik	10,35 detik
Pukul 05.00 WIB (26 Oktober 2014)	6,29 detik	9,71 detik	12,06 detik
Pukul 06.10 WIB (25 Oktober 2014)	5,33 detik	9,67 detik	10,61 detik
Pukul 09.55	7,12	14,96	13,79

WIB (24 Oktober 2014)	detik	detik	detik
Pukul 11.13 WIB (24 Oktober 2014)	6,38 detik	16,78 detik	11,01 detik
Pukul 16.10 WIB (25 Oktober 2014)	9,78 detik	13,22 detik	13,55 detik
Pukul 18.00 WIB (26 Oktober 2014)	5,27 detik	10,96deti k	11,90 detik
Pukul 20.20 WIB (22 Oktober 2014)	8,20 detik	7,46 detik	10,11 detik
Pukul 22.30 WIB (25 Oktober 2014)	4,64 detik	16,01 detik	12,04 detik

Kemudian melakukan pengujian untuk mengirim SMS menggunakan modem dengan program dari mikrokontroler pada waktu yang berbeda – beda. Pengujian kecepatan ini menggunakan *stopwatch*, dimulai saat alat dihidupkan sampai SMS diterima oleh nomor tujuan masing – masing. Data hasil pengujian pengiriman SMS dari modem ada pada tabel 5. Terlihat bahwa di setiap waktu kecepatan SMS masing – masing nomor tujuan selalu berubah – berubah.



Gbr. 14 Grafik Kecepatan SMS ke Nomor Tujuan Berbeda

Gambar 14 merupakan grafik dari data pengujian kecepatan SMS dari alat ke 3 buah nomor tujuan yang berbeda. Dari grafik dapat dilihat bahwa kecepatan SMS setiap saat bisa berubah – ubah, tidak ada yang konstan atau stabil.

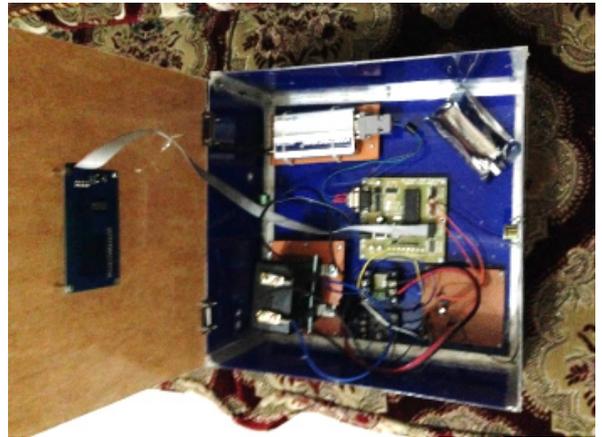
Pada gambar 15 merupakan *screenshot* isi SMS yang dikirim menggunakan modem ke nomor tujuan. Dengan sesuainya antara isi program yang dibuat dan isi SMS yang dikirim, maka koding program untuk tahap ini sudah benar.



Gbr. 15 *Screenshot* isi SMS dari modem ke 3 nomor tujuan.

I. Perancangan Keseluruhan Sistem

Pada tahap ini merupakan perancangan keseluruhan komponen yang sudah diuji masing – masing. Menghubungkan antara *Current Transformer*, rangkaian pengkondisi sinyal, modul mikrokontroler, dan modem GSM seperti pada gambar 16.



Gbr. 16 Perancangan keseluruhan alat

Dari sisi sekunder *Current Transformer*, yaitu terminal S1 dan S2, dihubungkan ke rangkaian pengkondisi sinyal. Kemudian sisi *output* rangkaian pengkondisi sinyal dihubungkan ke PORTA0 yang merupakan *input* ADC mikrokontroler. Lalu mikrokontroler memproses data sesuai program yang telah dibuat. PORTC dan PORTD pada mikrokontroler sudah di *setting* sebagai sisi *output* mikrokontroler. PORTC dihubungkan ke pin pada LCD 16x2. Kemudian pin TX, RX, dan *ground* pada PORTD dihubungkan ke pin TX, RX, dan *ground* pada modem GSM menggunakan kabel RS232.

J. Data Hasil

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Alat

Pengujian ke	Data <i>Clamp Meter</i> (Akurasi $\pm 2.5\%$)	Data Hasil Alat
1.	1,0	1,264 A
2.	1,3	1,550 A
3.	1,5	1,667 A
4.	1,6	1,850 A
5.	1,7	1,997 A
6.	2,6	2,836 A
7.	2,9	3,032 A
8.	3,2	3,423 A
9.	4,2	4,380 A

Dari tabel 6 dapat terlihat bahwa antara nilai arus yang terbaca pada *Clamp Meter* dan

alat terdapat perbedaan. Dari data tersebut, maka persentasi error alat yang dibuat jika dibandingkan dengan *clamp meter* (dengan akurasi $\pm 2.5\%$) adalah 10,966%.

Tabel 7 Pengujian respon SMS alat.

No	Nomor Tujuan SMS	Arus terbaca	Respon SMS	Isi SMS diterima
1.	08576848 1333	1,264 A	Tidak SMS	-
	08527966 3334	1,264 A	Tidak SMS	-
2.	08576848 1333	2,830 A	Kirim SMS	Trafo Fajar = 283 A
	08527966 3334	2,830 A	Kirim SMS	Trafo Fajar = 283 A
3.	08576848 1333	3,423 A	Kirim SMS	Trafo Fajar = 342 A
	08527966 3334	3,423 A	Kirim SMS	Trafo Fajar = 342 A
4.	08576848 1333	4,380 A	Kirim SMS	Trafo Fajar = 438 A
	08527966 3334	4,380 A	Kirim SMS	Trafo Fajar = 438 A

Pada tabel 7 terlihat bahwa alat sudah berhasil mengirimkan SMS berupa besar nilai arus yang terbaca ke dua buah nomor tujuan. Ketika nilai arus yang terbaca sebesar 1,264 A alat tidak merespon untuk mengirimkan SMS, karena hanya nilai arus lebih besar dari sama dengan 2 A yang akan di respon untuk pengiriman SMS. Besar nilai pada LCD dan pada isi SMS terdapat perbedaan. Pada LCD adalah besar nilai arus yang sebenarnya terbaca, sedangkan pada isi SMS merupakan nilai arus yang terbaca dikalikan 100. Hal ini terjadi karena memang *setting* pada koding program.

Tabel 8. Hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS oleh alat pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 05.47 WIB saat arus terbaca sebesar 2,836 A.

SMS ke	Terkirim ke 085279663334	Terkirim ke 085768481333
1.	5,73 detik	36,22 detik
2.	26,76 detik	57,24 detik

Pada tabel 8 terlihat hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS yang dilakukan pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 05.57 WIB, ketika arus yang terbaca oleh alat sebesar 2,836 A. Koding program di *setting* pada saat arus terbaca lebih besar dari sama dengan 2 A, maka jarak waktu antara SMS pertama dengan SMS kedua adalah 20 detik.

Tabel 9 Hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS oleh alat pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 11.17 WIB saat arus terbaca sebesar 2,836 A.

SMS ke	Terkirim ke 085279663334	Terkirim ke 085768481333
1.	5,60 detik	38,60 detik
2.	27,96 detik	60,96 detik

Pada tabel 9 terlihat hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS yang dilakukan pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 11.17 WIB, ketika arus yang terbaca oleh alat sebesar 2,836 A. Koding program di *setting* pada saat arus terbaca lebih besar dari sama dengan 2 A, maka jarak waktu antara SMS pertama dengan SMS kedua adalah 20 detik. Dan SMS ke nomor 085768481333 baru dikirimkan setelah SMS terkirim dua kali ke 085279663334.

Tabel 10 Hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS oleh alat pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 18.00 WIB saat arus terbaca sebesar 3,423 A.

SMS ke	Terkirim ke 085279663334	Terkirim ke 085768481333
1.	6,87 detik	24,56 detik
2.	22,93 detik	40,46 detik

Pada tabel 10 terlihat hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS yang dilakukan pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 18.00 WIB, ketika arus yang terbaca oleh alat sebesar 3,423 A. Koding program di *setting* pada saat arus terbaca lebih besar dari sama dengan 3 A, maka jarak waktu antara SMS pertama dengan SMS kedua adalah 15 detik.

Tabel 11 Hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS oleh alat pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 22.00 WIB saat arus terbaca sebesar 4,380 A.

SMS ke	Terkirim ke 085279663334	Terkirim ke 085768481333
1.	6,56 detik	16,71 detik
2.	14,32 detik	28,82 detik

Pada tabel 11 terlihat hasil pengujian interval waktu pengiriman SMS yang dilakukan pada tanggal 27 Oktober 2014 pukul 22.00 WIB, ketika arus yang terbaca oleh alat sebesar 4,380 A. Koding program di *setting* pada saat arus terbaca lebih besar dari sama dengan 4 A, maka jarak waktu antara SMS pertama dengan SMS kedua adalah 10 detik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari perancangan *prototype* alat pendeteksi arus melalui layanan pesan singkat (SMS) secara otomatis berbasis mikrokontroler, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Alat yang dibuat sudah mampu mendeteksi arus yang mengalir pada objek yang diukur.
- 2) Alat sudah mampu mengirimkan nilai arus yang terukur melalui SMS ke nomor tujuan secara otomatis.
- 3) Proses pengiriman SMS ke nomor telepon seluler tujuan sangat tergantung dengan operator yang dipakai pada modem dan juga operator yang dipakai pada nomor tujuan.

B. Saran

Berdasarkan dari hasil perancangan alat dan penelitian, maka ada beberapa saran yang didapat yaitu :

- 1) Melakukan penelitian lebih lanjut agar mendapatkan akurasi nilai arus yang lebih baik lagi.
- 2) Menggunakan cara lain selain SMS untuk mengirimkan informasi data berupa nilai arus yang terukur kepada nomor tujuan.
- 3) Menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh pada *signal conditioning* untuk mendapatkan nilai yang lebih stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada kedua orang tuaku, kakak adikku, keluarga, sahabat angkatan 2008, teman – teman laboratorium terpadu Teknik Elektro, dosen – dosen Teknik Elektro Universitas Lampung, dan Universitas Lampung.

REFERENSI

- [1] Sulasno, 2001, *Distribusi Tenaga Listrik*, Semarang, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [2] Barazili, Sigit, 2013, *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Panas Untuk Aplikasi Transfotmator Distribusi 20kV Melalui Layanan Pesan Singkat (SMS) Secara Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535*, Lampung, Teknik Elektro Universitas Lampung.

- [3] A.Arismunandar, S.Kuwarahara, 1979, *Buku Pegangan Teknik Tegangan Listrik Jilid III*, Jakarta, Pradnya Paramita.
- [4] McPherson, George dan Robert D.Laramore, 1990, *An Introductions to electrical Machines And Transformers*, Inggris, Wiley.
- [5] Tarigan, Joana Prana, 2012, *Tranformator Distribusi*, <http://anak-elektro-ustj.blogspot.com/2012/08/transformator-distribusi.html>, Diakses pada tanggal 21 Mei 2013.
- [6] Sutanto, Edi, 2012, *Transformator Arus dan Transformator Tegangan*, <http://edisutantodotcom.wordpress.com/2012/11/27/transformator-arus-dan-tra nsfomator-tegangan/>, Diakses pada tanggal 21 Mei 2013.
- [7] Heryanto, M Ary dan Wisnu Adi P, 2008, *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMega8535*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- [8] Atmel Corporation, 2006, *AVR ATMega 8535 Datasheet*, San Jose, Atmel Corporations.
- [9] Wardhana, Lingga, 2007, *Belajar Sendiri Mikrokontroler ATMega8535 Simulasi, Hardware, Dan Simulas.*, Jakarta, Andi Publisher.
- [10] Ridho, Muhammad, 2013, *Rancang Bangun Pendeteksi Getar dan Panas Pada Motor Listrik Melalui Layanan Pesan Singkat (SMS) Menggunakan Mikrokontroler ATMega8535*, Lampung, Teknik Elektro Universitas Lampung.
- [11] A.Z. Subkhi, Lystianingrum Vita Budiharto Putri, dan Priyadi Ardyono, 2012, *Analisis Kualitas Minyak Transformator Daya 25KVA Berdasarkan Kamera Thermal dan Data Hasil Uji Coba Gas Chromatograph*, JURNAL TEKNIK POMITS Vol.1, No.1, (2012) 1-6, Surabaya, Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [12] Sigid, Purnama, 2008, *Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga*, Semarang, Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- [13] Allegro Micro Systems. 2011, *ACS712 Datasheet*, Massachusetts, Allegro Micro Systems, Inc.
- [14] User, Super, 2012, *IC Regulator Tegangan*. [Online]. http://pcb.hol.es/index.php?option=com_content&view=article&id=51:ic-regulator-tegangan-voltage&catid=10&Itemid=104, Tanggal unggah 11 Maret 2012.
- [15] STMicroelectronics, 1999, *LM117/217 LM317*, Italy, STMicroelectronics Group of Companies.
- [16] Gunawan, Hanapi, 1992, *Prinsip – prinsip Elektronika* Jilid Kedua, Jakarta, P.T. Gelora Aksara Pratama.
- [17] Hayt, William H dan John A Buck, 2006, *Elektromagnetika Edisi Ketujuh*, Jakarta, Erlangga.
- [18] Zuhail, 1991, *Dasar Tenaga Listrik*, Bandung, Penerbit ITB.
- [19] Tobing, Bonggas L, 2003, *Peralatan Tegangan Tinggi*, Jakarta, P.T. Gramedia Pustaka Utama.