

**DESAIN SIMULATOR ALAT UKUR TEGANGAN DAN ARUS UNTUK
MENGETAHUI
PEMBEBANAN SUATU TRAFO DISTRIBUSI BERBASIS SMS GATEWAY**

Mohammad Abdul Aziz

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata No. 49 Jember 68121, Jawa Timur, Indonesia

E-mail : moh_abdul.aziz@yahoo.co.id

E-mail : m4abdul.aziz@gmail.com

Abstrak

Gangguan pada trafo distribusi sebisa mungkin harus dicegah, terlebih gangguan tersebut mengakibatkan kerusakan trafo, karena dengan adanya kerusakan akan mengakibatkan kerugian pada PLN serta pada konsumen karena mengalami pemadamannya listrik sehingga mengganggu aktivitas. Pengukuran trafo distribusi sangat perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi pembebanan pada trafo tersebut, mengingat luasnya wilayah kerja dengan medan yang bervariasi serta kondisi cuaca sangat mempengaruhi hasil pengukuran. Maka perlu di desain suatu simulator alat ukur untuk mendapatkan hasil pengukuran trafo tanpa harus datang ke lokasinya. Desain simulator alat ukur tegangan dan arus untuk mengetahui pembebanan suatu trafo dengan menggunakan *mikrokontroller* ATmega 16 sebagai pengolah input / data. Input berasal dari sensor arus *non-invasive* dan rangkaian sensor tegangan, input akan di proses oleh *mikrokontroller* dan outputnya akan *trigger* modem GSM yang selanjutnya akan mengirim pesan singkat (SMS) kepada nomor *handphone* yang telah dimasukkan pada alat ini. Dengan adanya SMS ini, pengukuran yang dilakukan secara manual (datang ke lokasi) diperuntukan pada yang mengalami kegagalan SMS, sehingga pengukuran lebih efektif dan efisien. Dalam pengujian desain simulator alat ukur tegangan dan arus untuk mengetahui pembebanan suatu trafo distribusi berbasis SMS *Gateway* ini terdapat kesalahan rata - rata tiap fasa adalah R 4.25%, S 4.60%, dan T 2.16% pada sensor arus, serta R 0.22%, S 0.97%, dan T 0.63% pada pengukuran tegangan.

Kata Kunci : ***Mikrokontroller ATmega 16, Sensor Arus Non-Invasive, Sensor Tegangan, Modem, dan SMS.***

Abstrac

Disturbances in distribution transformers should be prevented as long as possible, especially the disturbance resulted in damage to the transformer, because with the damage will result in losses to PLN and the consumer due to electrical outages that interfere with activity. Measurement of distribution transformer is necessary to know the condition of loading on the transformer, given the wide area of work with varying terrain and weather conditions greatly affect the measurement results. It is necessary to design a measuring simulator to get the transformer measurement results without having to come to its location. Design of simulator of voltage and current measuring instrument to know the loading of a transformer by using microcontroller ATmega 16 as input / data processor. Input is derived from non-invasive current sensor and voltage sensor circuit, input will be processed by microcontroller and its output will trigger GSM modem which then will send short message (SMS) to phone number which have been inserted in this tool. With this SMS, the measurement is done manually (coming to the location) intended for those who experience SMS failure, so the measurement is more effective and efficient. In testing the simulator design of voltage and current measuring instrument to know the loading of an SMS Gateway based distribution transformer there is average error of each phase is R 4.25%, S 4.60%, and T 2.16% on the current sensor, and R 0.22%, S 0.97 %, And T 0.63% on the voltage measurement.

Keywords : *ATmega 16 Microcontroller, Non-Invasive Flow Sensor, Voltage Sensor, Modem, and SMS.*

1. Pendahuluan

Listrik merupakan kebutuhan pokok dalam era global sekarang ini, mengingat banyak teknologi yang bergantung pada ketersediaan listrik agar dapat digunakan. Trafo distribusi merupakan bagian dari sistem jaringan distribusi listrik yang sangat penting kerana berfungsi menurunkan (*stepdown*) tegangan dari 20.000 Volt menjadi 220 Volt dengan frekuensi tetap 50 Hertz. Kerusakan trafo distribusi akan mengganggu sistem pendistribusian tenaga listrik dan menyebabkan konsumen mengalami padam. Salah satu faktor penyebab kerusakan adalah kondisi pembebanan trafo dari hasil pengukuran. Berdasarkan uraian diatas, muncul gagasan membuat desain simulator alat ukur tegangan dan arus untuk mengetahui

pembebanan suatu trafo distribusi berbasis SMS Gateway, sehingga pembebanan suatu trafo dapat dipantau secara langsung tanpa harus datang kelokasi trafo dan melakukan pengukuran.

1.1. Tujuan

Tujuan pembuatan desain simulator alat ini adalah untuk mengetahui kondisi pembebanan suatu trafo (gardu) secara real time, serta mendapatkan hasil pengukuran yang valid, efektif, dan efisien.

2. Tinjauan Pustaka

Pada Bab ini secara umum akan membahas mengenai *Transformator, Mikrokontroller ATmega 16, Sensor Arus Non-Invasive, Sensor Tegangan, Modem Wavecom, Short Massage Service, Real Time Clock, Liquid*

Crystal Display, dan Software CodeVisionAVR.

2.1. Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler ATmega 16 merupakan seri mikrokontroler CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). ATmega 16 mempunyai *In-System Programmable (ISP) Flash On-chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang (*read / write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Interface (SPI)*, dan mempunyai throughput mendekati 1 *Millions Instruction Per Second (MIPS)* per MHz, sehingga membuat konsumsi daya rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah.

2.2. Sensor Tegangan AC

Pendeteksi tegangan dilakukan dengan menggunakan trafo *stepdown* 350 mA dari 220 VAC yang diturunkan menjadi 6 VAC. Setelah itu melalui *diode* (penyearah), beberapa filter dan pembagi tegangan terdiri dari dua resistor yang dipasang secara paralel. Fungsi resistor ini adalah menurunkan tegangan dari tegangan sumber menjadi tegangan yang dikehendaki. Tegangan 6 VAC diturunkan menjadi tegangan sekitar ± 3 VDC melalui rangkaian pembagi tegangan. Output rangkaian tegangan tersebut dimasukan ke pin ADC.

2.3. Sensor Arus Non-Invasive

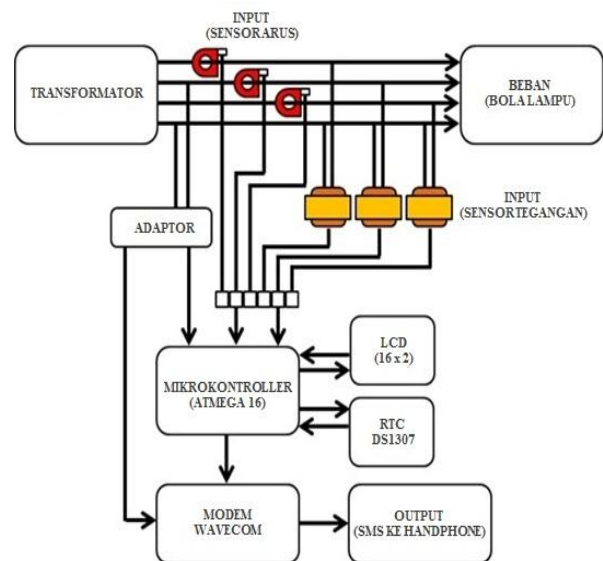
Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur arus AC (*Alternate Current*) hingga 5 Ampere secara *Non-Invasive* (Tidak mempengaruhi rangkaian elektronika yang diukur karena pengukuran dilakukan tanpa kontak elektrik langsung, juga dikenal

dengan istilah “*Split Core Current Transformer*”) dengan cara “penjepitan” (*Clamping*) pada kabel pembawa arus. Cara kerjanya dengan fungsi sebagai koil induksi yang mendeteksi perubahan medan magnet yang terjadi di sekeliling konduktor pembawa arus. Dengan mengukur jumlah arus yang dibangkitkan oleh koil kita dapat menghitung jumlah arus yang melewati konduktor tersebut (Prinsip medan magnet pada trafo).

3. Perancangan Alat

Perancangan peralatan ini secara umum dibagi menjadi dua bagian yaitu Perangkat Keras (*Hardware*) dan Perangkat Lunak (*Software*).

3.1. Perancangan Perangkat Keras

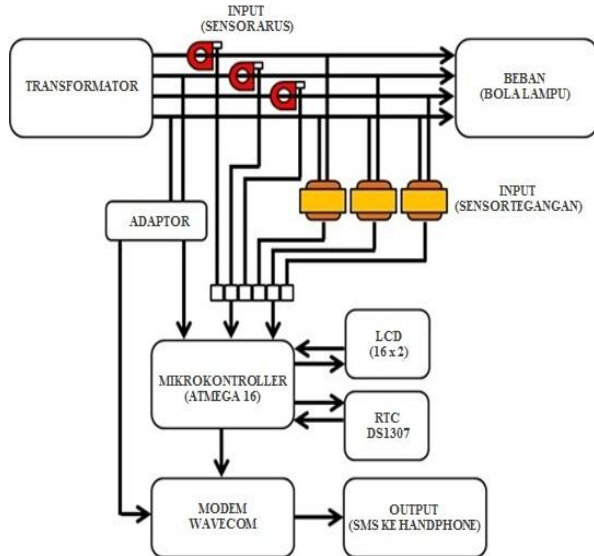


Gambar 1 Blok Diagram

Sebelum merancang dan membuat perangkat keras pada tugas akhir ini, harus dipahami terlebih dahulu susunan atau blok diagram dari sistem itu sendiri. Berdasarkan blok diagram diatas, digunakan komponen - komponen sebagai berikut : Input (Sensor Tegangan dan Arus), Real Time Clock,

Minimum Sistem ATmega 16, Liquid Crystal Display, dan Modem Wavecom.

3.1.1. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 1 Blok Diagram

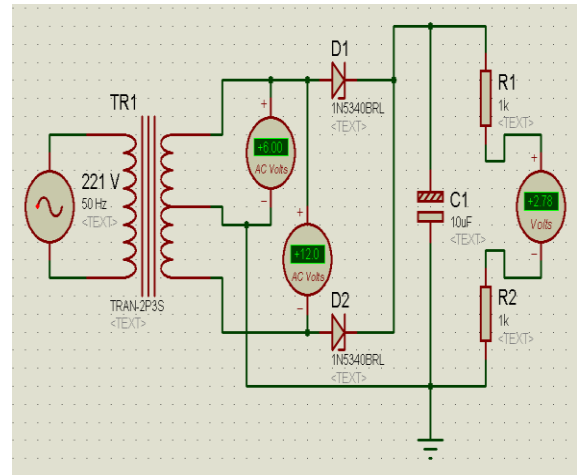
Sebelum merancang dan membuat perangkat keras pada tugas akhir ini, harus dipahami terlebih dahulu susunan atau blok diagram dari sistem itu sendiri. Berdasarkan blok diagram diatas, digunakan komponen - komponen sebagai berikut : Input (Sensor Tegangan dan Arus), Real Time Clock, Minimum Sistem ATmega 16, Liquid Crystal Display, dan Modem Wavecom.

3.1.2. Perancangan Sensor Tegangan

Sensor tegangan menggunakan diode penyearah dan kapasitor untuk mencegah terjadinya riak dengan membagi tegangan pada sekunder trafo. Resistor yang digunakan adalah $R_1 = 1\text{ K}\Omega$ dan $R_2 = 1\text{ K}\Omega$ dengan membagi tegangan sekunder 6 volt sehingga keluaran yang dihasilkan menjadi sebesar 3 volt. Berdasarkan sistem pembagi tegangan dapat dibuktikan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_{\text{out}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{\text{in}}$$

$$V_{\text{out}} = \frac{1\text{ K}}{1\text{ K} + 1\text{ K}} \times 6\text{ V} = 3\text{ V}$$



Gambar 3 Rangkaian Sensor Tegangan

3.1.3. Perancangan Sensor Arus

Modul sensor arus jenis Non-Invasive ini sudah memiliki resistor pembagi beban / load sampling resistor sebesar 200 Ohm (Ω) yang mengubah arus menjadi tegangan ukur. Berikut adalah karakteristik elektrik sensor arus jenis Non-Invasive : Koefisien transformator 1000 : 1, Rentang arus terukur / *input metered current* : 0 - 5 Ampere AC, Rentang arus keluaran / *output current* : 0 - 5 mA, Tegangan pengukuran keluaran / *output sampling voltage* : 0 - 1 Volt DC, Frekuensi operasional : 20 Hz - 20 kHz, Rentang suhu operasional : $-55^\circ\text{ s.d.} + 88^\circ\text{ C}$, dan Kekuatan dielektris / *dielectric strength* : 6 kVAC / 1 Menit.

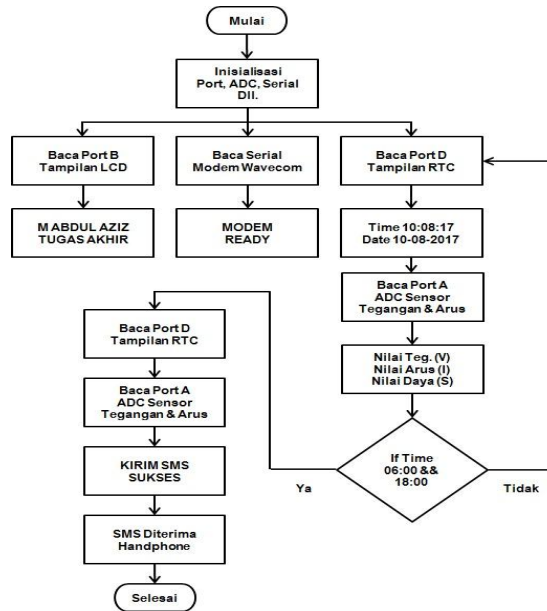


Gambar 4 Sensor Arus Non-Invasive

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya *software* / perangkat lunak di dalamnya. *Software* ini sering disebut sebagai *firmware*, yaitu suatu urutan perintah / instruksi yang harus dikerjakan oleh CPU, baik itu perhitungan aritmatika, manajemen memori, maupun akses input / output. Pada rancang bangun alat ukur ini menggunakan *software* sebagai berikut : *Software CodeVisionAVR* dan *AVR Programmer*.

3.3. Flowchart



Gambar 5 Flowchart

4. Pengujian dan Hasil

Setelah perancangan dan pembuatan sistem langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian alat dan analisa terhadap perangkat keras yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan cara pengecekan dan pengukuran rangkaian, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui peralatan yang

terpasang pada perangkat keras dalam kondisi baik dan siap kerja atau sebaliknya.

4.1. Pengujian Port Mikrokontroler ATmega 16

Pengujian *port mikrokontroler* dilakukan dengan cara membuat program menyalakan led pada *port C mikrokontroler ATmega 16* dengan bantuan *Software CodeVisionAVR*, berikut adalah *source code* pengujian port mikrokontroler :

```

void main (void)
{
    PORTC=0x00;
    PORTC=0xFF;
    while (1)
    {
        PORTC=0xFF;
        delay_ms (1000);
        PORTC=0x00;
        delay_ms (1000);
        PORTC=0b01010101;
        delay_ms (1000);
        PORTC=0b10101010;
        delay_ms (1000);
    }
}
    
```

Gambar 6 Pengujian Port Mikrokontroler dengan menyalakan Led

4.2. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil ukur sensor dengan multimeter. Dimana selisih dari pengukuran multimeter / alat dengan pengukuran sensor, hasilnya dibagi dengan pengukuran multimeter dan dikalikan 100 %.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Jmlh Lampu	Urtn Phasa	Tampilan		Error (%)
		LCD	Alat	
0	R	230.6	230.1	0.22
0	R	233.8	228.8	2.19
0	R	228.8	228.8	0.00
1	R	226.1	229.5	1.48
1	R	229.3	228.3	0.44
1	R	226.1	228.3	0.96
2	R	228.8	227.8	0.44

2	R	229.3	228.3	0.44
2	R	228.5	226.8	0.75
Rata - rata fasa R				0.22
0	S	230.6	230.2	0.17
0	S	229.6	230.4	0.35
0	S	229.3	230.4	0.48
1	S	229.6	229.8	0.09
1	S	227.7	229.8	0.91
1	S	222.2	229.8	3.31
2	S	226.1	228.6	1.09
2	S	224.8	229.3	1.96
2	S	227.7	229.3	0.70
Rata - rata fasa S				0.97
0	T	230.6	230.8	0.09
0	T	233.3	231.5	0.78
0	T	227.5	231.5	1.73
1	T	227.2	229.3	0.92
1	T	229.0	228.8	0.09
1	T	225.6	228.8	1.40
2	T	224.5	227.9	1.49
2	T	226.9	228.3	0.61
2	T	227.7	228.3	0.26
Rata - rata fasa T				0.63

4.3. Pengujian Sensor Arus

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil ukur sensor dengan multimeter. Dimana selisih dari pengukuran multimeter / alat dengan pengukuran sensor, hasilnya dibagi dengan pengukuran multimeter dan dikalikan 100 %.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Arus

Jmlh Lampu	Urtn Phasa	Tampilan		Error (%)
		LCD	Alat	
0	R	0.01	0.00	0.00
0	R	0.00	0.00	0.00
0	R	0.00	0.00	0.00
1	R	0.24	0.26	7.69
1	R	0.24	0.26	7.69
1	R	0.24	0.26	7.69
2	R	0.46	0.51	9.80
2	R	0.49	0.51	3.92

2	R	0.49	0.51	3.92
Rata - rata fasa T				4.52
0	S	0.01	0.00	0.00
0	S	0.00	0.00	0.00
0	S	0.00	0.00	0.00
1	S	0.26	0.28	7.14
1	S	0.26	0.28	7.14
1	S	0.25	0.28	10.71
2	S	0.50	0.55	9.09
2	S	0.53	0.55	3.64
2	S	0.53	0.55	3.64
Rata - rata fasa T				4.60
0	T	0.01	0.00	0.00
0	T	0.00	0.00	0.00
0	T	0.00	0.00	0.00
1	T	0.26	0.26	0.00
1	T	0.25	0.26	3.85
1	T	0.25	0.26	3.85
2	T	0.49	0.51	3.92
2	T	0.49	0.51	3.92
2	T	0.49	0.51	3.92
Rata - rata fasa T				2.16

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Untuk mengetahui pembebanan sebuah trafo distribusi diperlukan nilai tegangan dan arus. Kedua nilai tersebut diperoleh dari rangkaian peralatan sensor tegangan dan rangkaian sensor arus jenis *non-invasive* yang kemudian diproses oleh *mikrokontroller* ATmega 16 dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian desain simulator alat ukur ini setelah di kalibrasi dengan multimeter diperoleh kesalahan rata - rata tiap fasa untuk sensor arus adalah R 4.25%, S 4.60%, dan T 2.16%. Serta untuk sensor tegangan adalah R 0.22%, S 0.97%, dan T 0.63%. Dari hasil kalibrasi yang dilakukan, desain simulator alat ukur yang dirancang secara otomatis melakukan pengiriman SMS sangat

membantu sistem pengukuran trafo distribusi dengan memberikan hasil pengukuran yang sesuai dengan pengukuran sensor dan *real time*.

5.2. Saran

Rancang bangun alat ukur ini masih jauh dari kata sempurna, untuk pengembangan lebih lanjut penulis memberikan saran :

- a. Kalibrasi untuk sensor arus perlu di kalibrasi ulang sehingga menghasilkan error pengukuran yang lebih kecil lagi.
- b. Rancang bangun alat ukur ini masih menggunakan media SMS yang dikirim ke *handphone* dan direkap secara manual pada *microsoft excel*, seharusnya dapat dikembangkan lagi dengan SMS yang langsung ke komputer dan dibuatkan *website* untuk merekap hasil pengukuran.
- c. Untuk lembaga yang besar, sebaiknya bekerja sama dengan *provider* seluler untuk mematenkan nomor yang dipakai, sehingga pada *header* pesan yang diterima akan muncul nomor gardu (bukan nomor yang dipakai)

6. Daftar Pustaka

- [1] Albert Paul, Malvino, 2013, "Prinsip Prinsip Elektronika Edisi Tiga", Salemba Teknika, Jakarta
- [2] CodeVisionAVR Step-by-step . 2010 (Online) (<https://teundiksha.file.wordpress.com/2010/04/sekilas20codevisionavd.pdf>) diakses pada tanggal 02 Februari 2017.
- [3] Frieyadie. 2006. Panduan Pemrograman C++. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [4] Hall effect sensor (Online)

(https://id.wikipedia.org/wiki/Hall_effect_sensor) diakses pada tanggal 06 Januari 2017

- [5] Hengki Kristanto, 2103, Fungsi, Jenis dan Pengertian Modem.Surabaya.
- [6] Materi ATMega16.pdf (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/17018/4/Chapter%20II.pdf>) diakses pada tanggal 11 Januari 2017.
- [7] Mikrokontroler ATMega 16 (Online) (<https://www.coursehero.com/file/12897503/jbptunikompp-gdl-mochamadbo-22888-3-babii/>) diakses pada tanggal 15 Januari 2017.
- [8] PT. PLN, "Statistik PLN 2014," Jakarta, 2015.
- [9] Sensor Magnetik (Online) (http://www.academia.edu/25332917/Sensor_Magnetik_Fluxgate_Karakteristik_Dan_Aplikasinya) diakses pada tanggal 07 Januari 2017.
- [10] Syam Hardy,1983. Teknik Dasar - Dasar Elektronika, Jakarta : Bina Aksara.
- [11] Transformator dan Rumusnya (Online) (<http://rumushitung.com/2015/03/14/tan-sformator-dan-rumusnya/>) diakses pada tanggal 10 Maret 2017.
- [12] Vcc2GND.com | Toko Komponen Elektronika Online Indonesia (Online) (<http://www.vcc2gnd.com/sku/MDCSEM5A>) diakses pada tanggal 06 Januari 2017.
- [13] Wibisana, Boromeus Sakti, 2008. Paper Analisis Perbandingan Pembacaan kWh Meter Analog dengan kWh Meter Digital Pada Ketidak Seimbangan Beban, FT UI.