

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEGANGAN, ARUS DAN TEMPERATUR PADA SISTEM PENCATU DAYA LISTRIK DI TEKNIK ELEKTRO BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 128

Dwi Wahyu Suryawan^{*)}, Sudjadi, and Karnoto

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)E-mail: why_surf@yahoo.co.id}

Abstrak

Sistem pencatu daya listrik yang terdapat pada gedung Teknik Elektro Universitas Diponegoro terdiri dari beberapa bagian, yaitu trafo, cubical, MCB, dan genset. Tegangan menengah 20KV dari jala-jala PLN masuk kedalam ruang cubical. Cubical berfungsi untuk menyalurkan tegangan menengah menuju kedalam trafo. Trafo yang digunakan pada sistem ini berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan menengah (20KV) menjadi tegangan rendah (220/380 V). Keluaran dari trafo kemudian menuju ruang MCB. Di dalam ruang MCB terdapat beberapa MCB berfungsi untuk mendistribusikan tegangan rendah ke beberapa gedung yang telah ditentukan. Selanjutnya adalah genset digunakan untuk sumber daya listrik cadangan apabila pasokan listrik dari PLN padam. Penelitian tugas akhir ini menghasilkan sebuah alat monitoring peralatan pencatu daya listrik. Parameter yang dimonitoring antara lain tegangan dan arus pada tiap fasa di sisi beban, temperatur generator, temperatur motor genset, temperatur cubical, temperatur ruangan LVMDP, temperatur sirip trafo. Alat ukur pencatu daya listrik ini menggunakan transformator step down sebagai sensor tegangan dengan kemampuan pengukuran terhadap tegangan antara 0 V – 240 V. CT ratio 100/5 A sebagai sensor arus dengan kemampuan pengukuran terhadap arus antara 0 A – 87 A. Sensor temperatur yang digunakan adalah DS18B20 dengan kemampuan pengukuran temperatur antara -50°C sampai dengan 120°C. Sistem monitoring juga dilengkapi dengan tanda peringatan yang berupa sebuah alarm.

Kata kunci: sistem pencatu daya listrik, genset, trafo, cubical, alarm

Abstract

Electrical power supply equipment in the building of Electrical Engineering Diponegoro University consists of several parts, transformer, cubical TM (Medium Voltage), LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel), and generators. Cubical TM purpose to termination and to safety transformer. Type of transformer used in this system to lower the voltage of the medium voltage (20KV) to low voltage (220/380 V). Output of transformer in the form of low-voltage 220/380 V and then headed LVMDP. Inside there are several MCB LVMDP functioning to distribute divide it into several buildings that have been determined. This final project produced a tool monitoring electrical power supply equipment. Parameters monitored include the voltage current on each phase on the load side, generator temperature, temperature of the motor generator, temperature of cubical room, LVMDP room temperature, temperature of transformer fins. To measuring electrical power supply step-down transformer is used as a voltage sensor with the capability of measuring the voltage between 0 V - 240 V. CT ratio 100/5 A as a current sensor with the capability of measuring current between 0 A - 87 A. DS18B20 used to measurement temperature with measurement capability between -50 ° C to 120 ° C. The monitoring system with a warning an alarm.

Keywords: power supply system, generator, trafo, cubical, alarm

1. Pendahuluan

Sistem pencatu daya listrik merupakan suatu sistem sumber tenaga listrik yang digunakan untuk menurunkan tegangan menengah yang diperoleh dari jaringan listrik PLN menjadi tegangan rendah yang kemudian mendistribusikan tenaga listrik tersebut ke tempat atau

gedung yang telah ditentukan. Tenaga listrik pada suatu gedung bersumber pada jaringan listrik PLN dan genset. Genset digunakan apabila jaringan listrik dari PLN padam atau terjadi masalah.

Sistem pencatu daya listrik di Teknik Elektro Universitas Diponegoro terdiri dari beberapa bagian, antara lain trafo,

cubical, MCB dan genset. Sistem ini berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan menengah 20KV menjadi tegangan rendah 220/380 V yang kemudian didistribusikan ke setiap gedung yang telah ditentukan, diantaranya adalah gedung dekanat, gedung A dan gedung B Teknik Elektro.

Penelitian dalam tugas akhir ini membuat suatu sistem monitoring pencatu daya listrik yang dirancang untuk mengukur dan memberikan tanda peringatan apabila parameter yang diukur yaitu temperatur genset, temperatur trafo, temperatur cubical, arus dan tegangan pada sisi beban melebihi dari batas yang telah ditentukan. Tanda peringatan dini yang digunakan adalah alarm dan lampu peringatan. Apabila salah satu dari parameter tersebut melebihi dari batas yang telah ditentukan maka secara otomatis akan mengaktifkan tanda peringatan ke operator yang berupa alarm dan lampu peringatan sehingga operator dapat segera memperbaiki gangguan yang terjadi.

1.1 Tujuan

Tujuan penelitian ini membuat suatu sistem monitoring pencatu daya listrik untuk mengukur dan memberikan tanda peringatan apabila parameter yang diukur yaitu temperatur genset, temperatur trafo, temperatur cubical, arus dan tegangan pada sisi beban melebihi dari batas yang telah ditentukan, sehingga tidak menyebabkan kerusakan yang lebih parah pada sistem pencatu daya listrik.

2. Metode

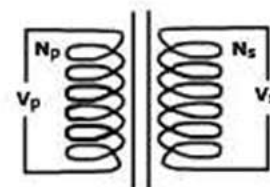
2.1. Transformator

Transformator merupakan suatu peralatan listrik elektromagnetik statis yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah daya listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu gandingan magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis, dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

2.1.1. Prinsip Kerja Transformator

Transformator terdiri atas dua buah kumparan (primer dan sekunder) yang bersifat induktif. Kedua kumparan ini terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi (*reluctance*) rendah. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik maka fluks bolak-balik akan muncul di dalam inti yang dilaminasi. Akibat adanya fluks di kumparan primer maka

di kumparan primer terjadi induksi (*self induction*) dan terjadi pula induksi di kumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama (*mutual induction*) yang menyebabkan timbulnya fluks magnet di kumparan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder di bebani.

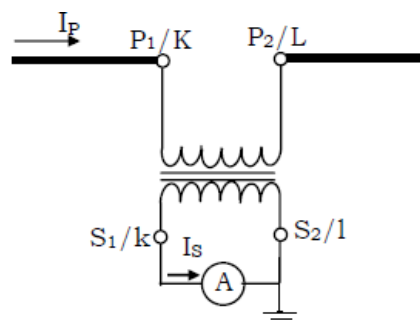


Gambar 1. Diagram Transformator

2.2. Current Transformer (CT)

Current Transformer (CT) adalah suatu peralatan listrik yang dapat memperkecil arus besar menjadi arus kecil, yang dipergunakan dalam rangkaian arus bolak-balik. CT digunakan untuk pengukuran arus yang besarnya ratusan ampere lebih yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Jika arus hendak diukur mengalir pada tegangan rendah dan besarnya dibawah 5 ampere, maka pengukuran dapat dilakukan secara langsung sedangkan arus yang besar tadi harus dilakukan secara tidak langsung dengan menggunakan CT.

CT terdiri dari dua belitan yaitu belitan primer dan belitan sekunder serta terdapat inti magnetik. Jika arus primer yang masuk ke dalam current transformer ke terminal P1 / K dan arus yang mengalir ke sekunder dinamakan terminal S1 / k, seperti terlihat pada gambar 2 arus keluaran dapat diukur pada sisi sekunder dari CT dengan menggunakan alat ukur ampere meter. Selanjutnya terdapat terminal kedua pada CT disisi primer yaitu P2 / L adalah terminal yang arusnya diperoleh dari P1 / K yang dialirkan ke beban dan S2 / l sisi sekunder adalah terminal yang arusnya diperoleh dari S1 / k.



Gambar 2. Rangkaian Ekuivalen CT

3. Hasil dan Analisa

3.1. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. 1 buah minimum sistem mikrokontroler ATmega 128
- b. 3 buah sensor arus CT 100/5 A
- c. 3 buah sensor tegangan transformator 500 mA
- d. 5 buah sensor DS18B20
- e. 1 buah LCD grafik 128x 64
- f. 1 buah catu daya

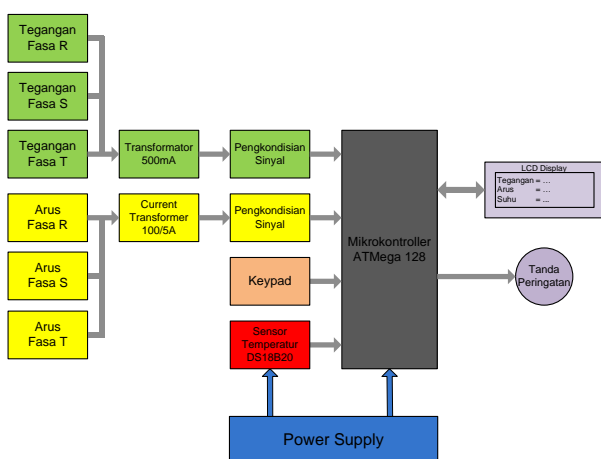
2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Multitester
- b. Termometer analog
- c. Toolset
- d. Kabel downloader
- e. Komputer dengan operasi Windows 7 Ultimate Edition 32 bit
- f. Software Compiler CVAVR

3.2. Perancangan Pembuatan Alat Monitoring Tegangan, Arus dan Suhu pada Sistem Pencatu Daya

Perencanaan rancangan penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram sistem

Suatu sistem pencatu daya di Teknik Elektro Universitas Diponegoro terdiri dari beberapa bagian, antara lain trafo, cubical, MCB dan genset. Sistem ini berfungsi untuk

mengubah tegangan menengah 20KV menjadi tegangan rendah 220/380V yang kemudian didistribusikan menuju ke beberapa gedung disekitarnya yaitu gedung dekanat, gedung A dan B teknik elektro.

Sensor yang digunakan terdapat tiga jenis yaitu sensor tegangan, sensor arus dan sensor temperatur. Sensor tegangan yang digunakan adalah tiga buah transformator step down 500mV yang ditempatkan masing-masing pada fasa RST di sisi beban. Tegangan rendah yang akan diukur masuk ke dalam transformator pada sisi primernya kemudian diturunkan tegangannya menjadi maksimal 3 volt pada sisi sekunder.

Keluaran dari transformator menjadi masukan ADC mikrokontroler. Perubahan tegangan pada sisi primer transformator juga akan menyebabkan perubahan nilai tegangan pada sisi sekundernya. Perubahan itulah yang akan diproses oleh mikrokontroler untuk selanjutnya menampilkan parameter tegangan yang diukur di sebuah LCD grafik 128x64. Sensor arus yang digunakan adalah tiga buah CT dengan ratio 100/5A yang dipasang pada fasa RST di sisi beban. CT digunakan untuk pengukuran arus karena dapat menurunkan arus yang bernilai besar menjadi arus pengukuran. Arus yang diukur akan melewati sisi primer CT kemudian nilainya diturunkan. Sisi sekunder pada CT dihubungkan singkat menggunakan sebuah resistor untuk mendapatkan nilai tegangan yang kemudian diproses oleh rangkaian pengkondisian sinyal. Perubahan nilai arus pada sisi primer akan mempengaruhi arus yang mengalir pada sisi sekunder sehingga tegangan juga akan ikut berubah. Kemudian data analog ini akan dikuatkan oleh rangkaian pengkondisian sinyal dan akan dikonversi oleh ADC internal menjadi data digital, sehingga rangkaian ADC ini sangat penting dalam input untuk menyuplai mikrokontroler.

Selanjutnya nilai parameter akan ditampilkan pada LCD 128x64. Sedangkan sensor temperatur yang digunakan adalah DS18B20. Sensor temperatur DS18B20 sudah menggunakan sistem 1-wire yaitu dapat mengontrol device dengan jumlah lebih dari satu hanya dengan memakai satu koneksi kabel ke dalam mikrokontroler.

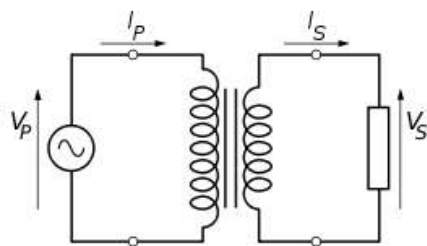
3.3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini akan menjelaskan tentang perancangan sensor-sensor dari parameter yang diukur, dan perancangan sistem Mikrokontroler 128 yang terintegrasi pada alat monitoring ini.

3.3.1. Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sensor yang digunakan untuk membaca nilai tegangan pada tiap-tiap fasa R S T di sisi beban. Sensor tegangan yang digunakan adalah transformator 500mA sebanyak tiga buah yang dipasang pada tiap-tiap fasa. Jenis transformator yang digunakan

adalah transformator step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan.



Gambar 4. Diagram transformator

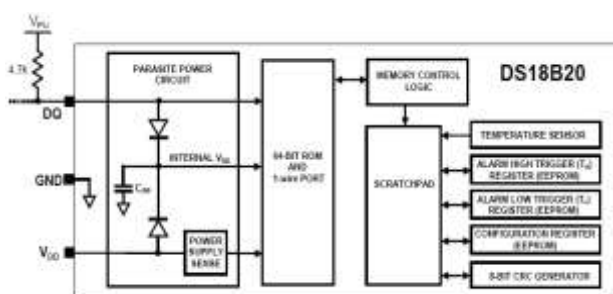
Tegangan yang masuk ke sisi primer transformator kemudian diturunkan pada sisi sekunder kemudian masuk ke dalam input ADC internal mikrokontroler ATmega128 untuk diolah. Perubahan pada sisi primer transformator juga akan menyebabkan perubahan pada sisi sekunder. Perubahan tersebut yang kemudian akan dibaca oleh ADC dan diproses oleh mikrokontroler ATmega 128 untuk ditampilkan di display.

3.3.2. Sensor Arus

Sensor arus pada alat ini menggunakan CT dengan ratio 100/5A sebanyak tiga buah yang dipasang pada tiap-tiap fasa RST di sisi beban. Seperti halnya pada transformator, pada CT juga terdapat dua kumparan pada sisi primer dan sekunder. CT ini dipasang pada bagian input genset untuk mengetahui nilai arus yang ada pada sisi beban. Hal tersebut untuk memonitoring nilai arus yang masuk ke dalam genset supaya tidak kelebihan atau kekurangan arus.

3.3.3. Sensor Temperatur

Sensor temperatur yang digunakan adalah sensor DS18B20 yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. DS18B20 merupakan sensor suhu yang telah memiliki keluaran digital sehingga tidak diperlukannya rangkaian ADC. Bentuk fisik dari DS18B20 dapat terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Blok diagram DS18B20

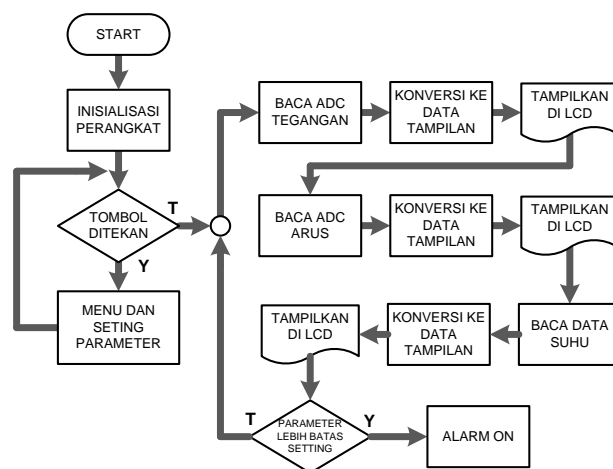
Sensor ini mempunyai tiga kaki yang terdiri dari GND yaitu ground, DQ untuk data masukan atau data keluaran dan VDD untuk tegangan sensor. Jika DS18B20 yang digunakan untuk alat ini menggunakan pendayaan dari luar, melalui kaki VDD, tegangan yang dibutuhkan berkisar antara 3.0 V sampai 5.5 V.

3.3.4. Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler ATMEGA 128

Pada perancangan mikrokontroler yang perlu diperhatikan adalah catu daya dan osilator sebagai sumber detak. Catu daya yang dibutuhkan bernilai 5 Volt. Untuk mendapatkan nilai tegangan stabil 5 volt tersebut perlu digunakan IC regulator 5 volt.

3.4. Perancangan Perangkat Lunak

Pada gambar 8 memperlihatkan racangan perangkat lunak. Pada awal catu diberikan, mikrokontroler akan melakukan inisialisasi dari penginisialisasian *input-output* mikrokontroler, sensor-sensor, dan antarmuka LCD grafik, selanjutnya menunggu apakah ada tombol navigasi yang ditekan untuk memilih menu, setelah memilih menu pengukuran, mikrokontroler menunggu apakah tombol enter ditekan, jika ditekan maka sistem akan melakukan pengukuran berdasarkan menu yang dipilih. Program perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemrograman Bahasa C dengan piranti pengembang perangkat lunak CVAVR sebagai kompilernya kode mesin mikrokontroler. Pemrograman Bahasa C telah dipilih untuk kode tugas utama termasuk menginterpretasikan data dari sensor – sensor yang digunakan.

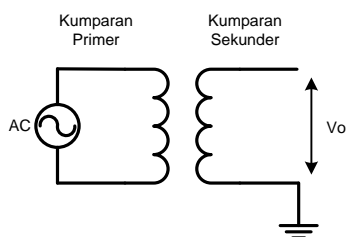


Gambar 8. Diagram alir utama sistem monitoring

3.5 Pengujian Sensor

3.5.1 Pengujian Transformator

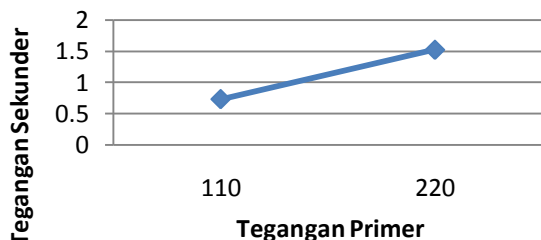
Sebelum digunakan sebagai sensor tegangan sebaiknya transformator terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk dapat diketahui apakah device tersebut dalam kondisi yang baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menguji apakah terjadi short circuit antar tab atau anatar tab dengan plat besi. Selain itu juga dilakukan pengujian dengan melakukan pengukuran dengan alat ukur apakah nilai yang didapat dari alat ukur sudah sesuai dengan nilai yang tertera pada transformator.



Gambar 9. Rangkaian pengujian transformator

Tabel 1. Pengujian Transformator

Tegangan Input (volt)	Tegangan Output (volt)
220	1,524
110	0,733



Gambar 10. Grafik masukan dan keluaran pengujian transformator

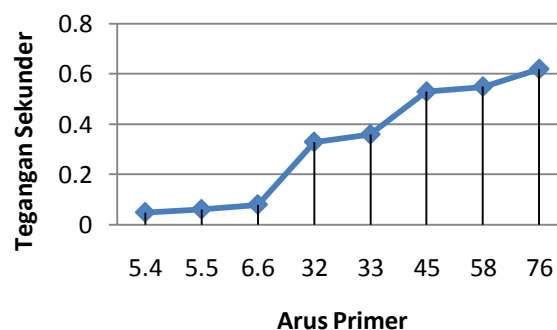
Pengujian tegangan hanya dapat dilakukan pada dua titik karena kendala tidak adanya alat berupa tegangan AC yang dapat diatur keluarannya atau variabel.

3.5.2 Pengujian Current Transformer

Pengujian current transformer dilakukan dengan melewati suatu kabel berisi arus ke dalam current transformer. Apabila sisi primer current transformer tersebut dilalui oleh arus maka pada output sisi sekunder juga akan mengeluarkan arus. Nilai arus keluarannya sesuai dengan nilai ratio dari current transformer itu. Pada penelitian ini menggunakan current transformer dengan ratio 100/5 A.

Tabel 2. Hasil pengujian current transformer

Arus Primer (A)	Tegangan Sekunder (V)
5.4	0.05
5.5	0.062
6.6	0.081
32	0.33
33	0.36
45	0.53
58	0.55
76	0.62



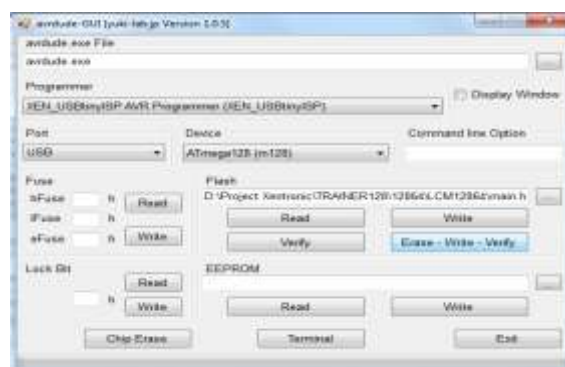
Gambar 11. Grafik masukan dan keluaran pengujian CT

3.6 Pengujian Mikrokontroler ATMEGA 128

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah mikrokontroler yang telah dibuat sudah bisa digunakan atau belum, pengujian ini mempunyai tahapan yaitu :

1. Pengujian dengan mendownload program
2. Pengujian setiap PORT I/O

Pengujian diatas memerlukan software AVRdude sebagai software untuk mendownload atau mengupload data ke mikrokontroler, dan sebuah XEN-USBTiny sebagai ISP programernya.



Gambar 12. Software AVRdude

Dari pengujian yang dilakukan mikrokontroler ternyata sudah bisa diisi dengan program. Ini menunjukkan bahwa mikrokontroler sudah bisa untuk digunakan. Kemudian mikrokontroler dicoba dengan program untuk menyalakan LED di setiap PORT.

Setelah program di atas didownload jika mikrokontroler dalam kondisi baik dan solderannya baik pula maka, LED akan menyala bergantian (*running led*).

3.7 Pengujian Pengukuran Tegangan

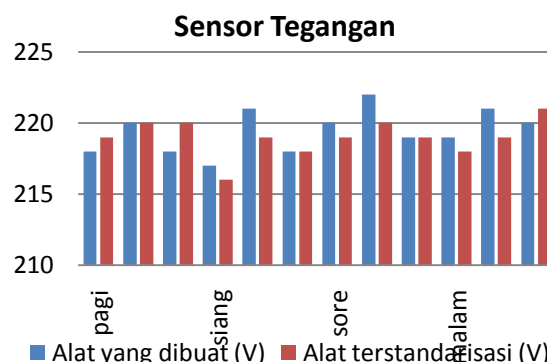
Pada tahap pengujian ini diambil sampel 4 kali waktu pengukuran yang berbeda untuk menguji alat yang telah dibuat kemudian dibandingkan dengan alat ukur yang telah presisi yaitu voltmeter analog dengan merk sanwa. Dari pengambilan sample 4 waktu yang berbeda diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil perbandingan 2 alat pada pengukuran tegangan

Waktu	Fasa	Hasil Pengukuran		Kesalahan(%)
		Alat yang dibuat (V)	Alat Ukur Tegangan (V)	
Pagi	R	218	219	0.4
	S	220	220	0
	T	218	220	0.9
Siang	R	217	216	0.4
	S	221	219	0.9
	T	218	218	0
Sore	R	220	219	0.4
	S	222	220	0.9
	T	219	219	0
Malam	R	219	218	0.4
	S	221	219	0.9
	T	220	221	0.4
Rata-rata				0.49

Dari tabel 3 diperoleh hasil dari alat yang telah dibuat hampir sama dengan alat yang telah terstandarisasi

$$Toleransi = \frac{Selisih}{Hasil Alat Standar} \times 100 \%$$



Gambar 14. Grafik perbandingan alat terstandarisasi dengan alat yang dibuat pada sensor tegangan

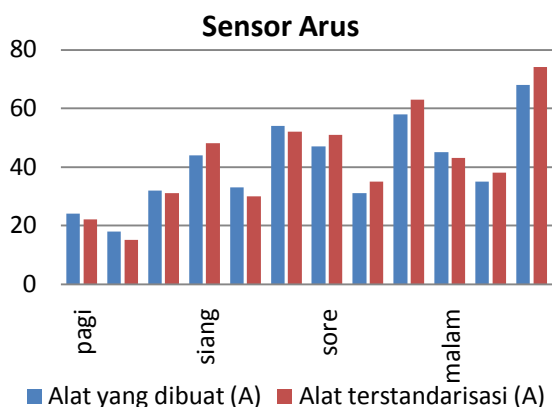
Dari perhitungan rata-rata toleransi dengan rumus diatas diperoleh toleransi sebesar 0.49% untuk pengukuran tegangan. Ini menunjukkan alat sudah bekerja dengan baik untuk pengukuran tersebut.

3.8 Pengujian Pengukuran Arus

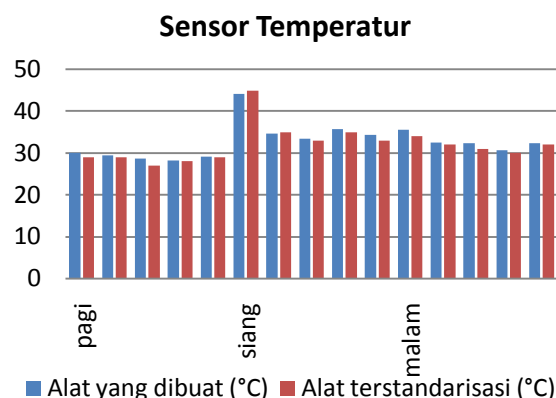
Pada pengujian arus disini alat penelitian yang dibuat dibandingkan dengan ampere meter, diambil data dari 4 kali pengukuran dengan waktu yang berbeda. Berikut data yang diperoleh dari perbandingan pengukuran 2 alat.

Tabel 4 Tabel Hasil perbandingan 2 alat pada pengukuran arus

Waktu	Fasa	Hasil Pengukuran		Kesalahan (%)
		Alat yang dibuat (A)	Alat Ukur Arus (A)	
Pagi	R	24	22	9.0
	S	18	15	20
	T	32	31	3.2
Siang	R	44	48	8.3
	S	33	30	10
	T	54	52	3.8
Sore	R	47	51	7.8
	S	31	35	11.4
	T	58	63	7.9
Malam	R	45	43	4.6
	S	35	38	7.8
	T	68	74	8.1
Rata-rata				8.5



Gambar 15. Grafik perbandingan alat terstandarisasi dengan alat yang dibuat pada sensor arus



Gambar 16. Grafik perbandingan alat terstandarisasi dengan alat yang dibuat pada sensor temperatur

3.9 Pengujian Pengukuran Temperatur

Pada Pengujian pengukuran suhu tubuh yaitu dengan cara membandingkan antara alat yang dibuat dengan thermometer. Sensor temperatur diletakkan pada lima lokasi yang berbeda dan setiap lokasi dilakukan 3 kali pengukuran.

Tabel 6. Hasil perbandingan 2 alat pada pengukuran temperatur

Waktu	Tempat	Hasil Pengukuran		Selisih	Toleransi (%)
		Alat yang dibuat (°C)	Alat terstandarisasi (°C)		
Pagi	Trafo	30.1	29	1.1	3.79
	Generator	29.5	29	0.5	1.72
	Motor	28.7	27	1.7	6.29
	Cubicle	28.2	28	0.2	0.71
	MCB	29.2	29	0.2	0.68
Siang	Trafo	44.2	45	0.8	1.78
	Generator	34.7	35	0.3	0.86
	Motor	33.4	33	0.4	1.21
	Cubicle	35.8	35	0.8	2.28
	MCB	34.4	33	1.4	4.24
Malam	Trafo	35.6	34	1.6	4.71
	Generator	32.5	32	0.5	1.56
	Motor	32.4	31	1.4	4.52
	Cubicle	30.6	30	0.6	2
	MCB	32.4	32	0.4	1.25
Rata-rata					3.14

Dari tabel 6 diperoleh rata-rata toleransi sebesar 3.14% ini menunjukkan bahwa untuk pengukuran temperatur untuk tiap-tiap tempat sudah baik

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada penelitian “Rancang Bangun Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Temperatur Pada Sistem Pencatu Daya Listrik Di Teknik Elektro Berbasis Mikrokontroler Atmega 128” di dapat kesimpulan adalah alat ukur pencatu daya listrik dengan menggunakan transformator step down sebagai sensor tegangan dengan kemampuan pengukuran terhadap tegangan antara 0 V – 240 V dengan toleransi pengukuran 0,49 %.

Alat ukur pencatu daya dengan menggunakan CT ratio 100/5 A sebagai sensor arus dengan kemampuan pengukuran terhadap arus antara 0 A – 87 A dengan toleransi pengukuran 8,5 %.

Sensor temperatur yang digunakan adalah DS18B20 dengan kemampuan pengukuran temperatur antara -50°C sampai dengan 120°C.

Referensi

- [1] Mismail, Budiono. 1998. *Dasar-dasar Rangkaian Logika Digital*. Penerbit ITB. Bandung.
- [2] Rangkuti, Syahban, 2011, “*Mikrokontroler ATMEL AVR*”, Informatika, Bandung.
- [3] Tobing, Bonggas L, *Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003.
- [4] Anonim. DS18S20b High-Precision 1-Wire Digital Thermometer. www.maxim-ic.com.
- [5] “current sensor Characteristics”, www.microchip.com
- [6] datasheets.maxim-ic.com/..ds18s20.pdf
- [7] <http://www.atmel.com/Images/doc2467.pdf>
- [8] <http://ak67.wordpress.com/2009/07/15/one-wire/>