

**ALAT KALIBRASI RELAY SUHU PADA
TRANSFORMATOR 150/20 KV 60 MVA
BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA32**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

**SYAIKHU MUBAROK
1052510094**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
JAKARTA
2015**

ALAT KALIBRASI RELAY SUHU PADA TRANSFORMATOR 150/20 KV 60 MVA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32

TUGAS AKHIR

**Tugas akhir ini diajukan sebagai
syarat untuk memperoleh
gelar sarjana teknik**



Disusun oleh :

**SYAIKHU MUBAROK
1052510094**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
JAKARTA
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

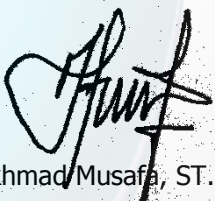
Nama : Syaikh Mubarak
NIM : 1052510094
Judul : Alat Kalibrasi Relay Suhu Tranformator 150/20 kV 60 MVA Berbasis
Mikrokontroler ATmega32

Jakarta, Januari 2015
Dosen Penguji I



(DR. Ir. Nazori AZ, MT.)

Dosen Penguji II



(Akhmad Musafa, ST., MT.)

LEMBAR PENGESAHAN

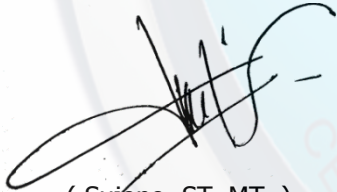
Nama : Syaikh Mubarak
NIM : 1052510094
Judul : Alat Kalibrasi Relay Suhu Tranformator 150/20 kV 60 MVA Berbasis
Mikrokontroler ATmega32

Jakarta, Januari 2015
Dosen Pembimbing


(Rummi Sirait, ST., MT.)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Budi Luhur


(Sujono, ST.,MT.)

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik – Universitas Budi Luhur


(Akhmad Musafa, ST.,MT.)

ABSTRAK

Dalam menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit listrik menuju konsumen tegangan rendah, diperlukan transformator step down untuk menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah. Untuk menghindari transformator terjadi over heating, maka dipasang relay suhu. Agar relay suhu mempunyai kinerja yang bagus harus dilakukan kalibrasi terhadap relay suhu tersebut. Dalam tugas akhir ini dirancang alat kalibrasi yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari mikrokontroler ATmega32, keypad, lampu indikasi, heater, LCD, sensor suhu PT100. Perangkat lunak terdiri dari program yang diimplementasikan pada Mikrokontroler ATmega32 serta program Delphi sebagai aplikasi monitoring untuk mengambil data dari Mikrokontroler ATmega32 dan data tersebut diolah dalam bentuk database berbasis M.Acces. Cara kerja alat ini berkonsep sistem kontrol yang dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega32 dengan mengatur suhu sesuai perintah yang dimasukkan dan dibandingkan dengan penunjukkan pada relay suhu yang dikalibrasi. Dari hasil pengujian alat kalibrasi relay suhu ini dapat bekerja dengan rata-rata kesalahan <5% sesuai dengan batas toleransi PLN.

Kata kunci: Kalibrasi, Relay Suhu, Transformator, Mikrokontroler, Database.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"ALAT KALIBRASI RELAY SUHU PADA TRANSFORMATOR 150/20 KV 60 MVA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32"**. Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program sarjana strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jakarta. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih banyak atas segala dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak selama proses studi dan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibunda Siti Mahmudah tercinta yang telah memberikan motivasi, semangat, dan do'a selama penyusunan skripsi.
3. Wulan Susanti, S.Pd yang telah memberikan motivasi, semangat, dan Do'a selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Sujono, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jakarta
5. Bapak Akhmad Musafa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jakarta dan dosen Pembimbing yang dengan sabar dan gigih telah membimbing penyusun dalam pembuatan tugas akhir ini.
6. Ibu Rummi Santi Rama Sirait, ST.MT, selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar dan gigih telah membimbing penyusunan dalam pembuatan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan kerja di PT.PLN Persero APP Durikosambi BC Cikupa yang telah banyak membantu penulis baik selama study maupun selama penyusunan skripsi.
8. Seluruh staff sekretariat Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur yang selalu membantu proses administrasi.
9. Sahabat-sahabat Program Studi Teknik Elektro di Universitas Budi Luhur.
10. Sahabat-sahabat Base Camp Night Warrior yang telah membantu, memberikan motivasi, semangat, dan do'a selama penyusunan skripsi.
11. Rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki, mungkin laporan ini jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak penulis harapkan untuk penyajian laporan di masa yang akan datang agar lebih baik lagi. Semoga penulisan laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca sekaligus sebagai tambahan pengetahuan bagi semua pihak.

Jakarta, Januari 2015

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	1
1.3 Tujuan	1
1.4 Metodologi	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	3
2.1.1 Pembangkitan	3
2.1.2 Penyaluran	3
2.1.3 Distribusi	4
2.2 Tansformator Tenaga	4
2.2.1 Sistem Pendingin Transformator Tenaga	5
2.2.2 Relay Suhu Transformator	6
2.3 Mikrokontroler ATmega32	8
2.3.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega32	8
2.3.2 Konfigurasi Pin dan Port I/O Mikrokontroler ATmega32	10
2.3.3 Bahasa C Pada Pemograman AVR ATmega 32	11
2.3.3.1 Tipe Data	11
2.4 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	12
2.4.1 Konfigurasi LCD 4X20	12
2.4.2 DDRAM	13
2.4.3 CGRAM	13
2.4.4 CGROM	13
2.5 Sensor Suhu PT100	14
2.6 Elemen Pemanas Listrik	16
2.6.1 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar	16
2.6.2 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut	16
2.6.3 Tabular Heater	17
2.6.4 Finned Heater	17
2.6.5 Cast-In Heater	17
2.6.6 Catridge Heater	17
2.6.7 Band, Nozzle & Stripe Heater	18
2.7 Relay ..	18
2.8 Komunikasi Serial	20
2.9 Usart (<i>Universal Synchronous Asynchoronous Serial Receiver And</i>	

<i>Transmitter</i>)	21
2.9.1 Register Pengendali USART	21
2.9.1.1 USART I/O Data Register-UDR	22
2.9.1.2 USART <i>Control and Status Register</i> A – UCSRA	22
2.9.1.3 USART <i>Control and Status Register</i> B – USCRB	23
2.9.1.4 USART <i>Control and Status Register</i> C – USCRC	24
2.9.1.5 USART <i>Baud Rate Register</i> – UBRR and UBRRH	26
BAB III PERANCANGAN ALAT KALIBRASI RELAY SUHU PADA TRANSFORMATOR 150/20 KV 60 MVA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32	26
3.1 Diagram Blok Sistem	26
3.2 Prinsip Kerja Sistem	27
3.3 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	27
3.3.1 Rancangan Mekanik	27
3.3.2 Rancangan Elektronik	28
3.3.2.1 Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega32	28
3.3.2.2 Rangkaian LCD 4X20 Karakter	29
3.3.2.3 Keypad	30
3.3.2.4 Rangkaian Catu Daya 12V dan 15 V	32
3.3.2.5 Rangkaian Sensor Suhu PT100 Class A dengan Op-amp	33
3.3.2.6 Rangkaian Driver Pemanas dan Kipas Pendingin	33
3.3.2.7 Rangkaian Mikrokontroler ATmega16	33
3.4 Rancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	34
3.4.1 Algoritma Program Utama	34
3.4.2 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Program	35
3.4.3 Rancangan Tampilan Program Utama Antar Muka Dengan Delphi	38
BAB IV PENGUJIAN ALAT KALIBRASI RELAY SUHU PADA TRANSFORMATOR 150/20 KV 60 MVA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32 DAN ANALISA	42
4.1 Pengujian <i>Power Supply</i> 12 Vdc dan 5 Vdc	42
4.2 Pengujian Rangkaian Sensor Suhu PT100 Class A dengan Op-amp	43
4.3 Pengujian Rangkaian LCD	46
4.4 Pengujian Rangkaian Driver Heater Dan Kipas Pendingin	48
4.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	49
4.5.1 Langkah – langkah Proses Kalibrasi Relay Suhu	50
4.6 Analisa Hasil Kalibrasi Relay Suhu	57
BAB V KESIMPULAN	58
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR REFERENSI	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Blok Umum Sistem Tenaga Listrik3
Gambar 2.2	Transformator Tenaga5
Gambar 2.3	Relay Suhu Transformator7
Gambar 2.4	Blok Diagram Mikrokontroler ATmega329
Gambar 2.5	Struktur PIN Mikrokontroler ATmega3210
Gambar 2.6	Struktur Pin LCD Matriks 4X2012
Gambar 2.7	Sensor PT100 Class A14
Gambar 2.8	Karakteristik Sensor Suhu PT10015
Gambar 2.9	Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar16
Gambar 2.10	Tubular Heater17
Gambar 2.11	Finned Heater17
Gambar 2.12	Cast-In Heater18
Gambar 2.13	Catridge Heater18
Gambar 2.14	Band, Nozzel & Stripe Heater18
Gambar 2.15	Bentuk fisik Relay19
Gambar 2.16	Skema Relay19
Gambar 2.17	Jenis-jenis Relay20
Gambar 2.18	Format Data pada komunikasi Serial20
Gambar 2.19	Diagram blok USART21
Gambar 2.20	Register UDR22
Gambar 2.21	Register UCSRA22
Gambar 2.22	Register UCSRB23
Gambar 2.23	Register UCSRC24
Gambar 2.24	Register UBRR25
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem Alat Kalibrasi Relay Suhu Pada Transformator 150/20 kV 60 MVA Berbasis Mikrokontroler ATmega3226
Gambar 3.2	Rancangan Sistem Alat Kalibrasi Relay Suhu Pada Transformator 150/20 kV 60 MVA Berbasis Mikrokontroler ATmega3228
Gambar 3.3	Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega3229
Gambar 3.4	Rangkaian Antarmuka LCD30
Gambar 3.5	Rangkaian keypad30
Gambar 3.6	Skematik Rangkaian keypad31
Gambar 3.7	Rangkaian Power Suplay 12VDC dan 5VDC32
Gambar 3.8	Skematik Rangkaian Sensor Suhu PT100 Class A dengan Op-amp33
Gambar 3.9	Rangkaian Driver Pemanas Dan Kipas Pendingin33
Gambar 3.10	Flowchart Dari Keseluruhan Program35
Gambar 3.11	Flowchat Sub Program Test36
Gambar 3.12	Flowchat Sub Program Calibration37
Gambar 3.13	Rancangan tampilan program utama antar muka dengan delphi38
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> rancangan program antar muka dengan delphi38
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> sub program Start <i>Calibration</i>40
Gambar 3.14	Database berbasis M.Acces40
Gambar 3.15	Tampilan form dari database41
Gambar 4.1	Rangkaian Pengujian Catu Daya 5 VDC.....42
Gambar 4.2	Rangkaian Pengujian Catu Daya 12 VDC.....42

Gambar 4.3	Pengujian Catu Daya 5 VDC dan 12 VDC	43
Gambar 4.4	Pengujian Tegangan PT100 Class A dengan Op-amp	44
Gambar 4.5	Grafik <i>perbandingan antara hasil pengukuran rangkaian sensor suhu PT100 dengan hasil perhitungan menggunakan rumus</i>	46
Gambar 4.6	Rangkaian pengujian pada LCD	47
Gambar 4.7	Hasil pengujian tampilan LCD	48
Gambar 4.8	Pengukuran pada rangkaian driver heater dan kipas pendingin	49
Gambar 4.9	Hasil pengukuran pada rangkaian driver heater dan kipas pendingin	49
Gambar 4.10	Pelaksanaan kalibrasi relay suhu	50
Gambar 4.11	Rangkaian Kontak output relay suhu yang dihubungkan dengan Alat kalibrasi	51
Gambar 4.12	Sensor dari relay suhu yang dimasukkan dalam ruang pemanasan Alat kalibrasi	51
Gambar 4.13	(a) Rangkaian kabel komunikasi yang terhubung dengan Notebook (b) Tombol power on ditekan	52
Gambar 4.14	Tampilan aplikasi interfacing dari alat kalibrasi relay suhu	52
Gambar 4.15	(a) Setting port pada aplikasi interface (b) Status komunikasi terhubung	52
Gambar 4.16	(a) Tampilan menu awal alat kalibrasi (b) Tampilan mode pengujian	53
Gambar 4.17	Menu untuk membuka database	53
Gambar 4.18	Tampilan database pengujian	54
Gambar 4.19	Tampilan hasil cetak form pengujian	54
Gambar 4.20	Tampilan mode Calibration pada alat kalibrasi	55
Gambar 4.21	Proses penyesuaian penunjukan relay suhu	56
Gambar 4.22	Tampilan lampu indikasi menyala	56
Gambar 4.23	Hasil kalibrasi relay suhu	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Macam-macam Pendinginan Transformator6
Tabel 2.2	Tabel Struktur Pin Mikrokontroler ATmega3210
Tabel 2.3	Konfigurasi PORT I/O11
Tabel 2.4	Tipe Data Bahasa C12
Tabel 2.5	Pin LCD dan Fungsinya12
Tabel 2.6	Pola Karakter CGROM14
Tabel 2.7	Lebar data25
Tabel 3.1	Perancang menggunakan port29
Tabel 3.2	Konfigurasi keypad31
Tabel 3.3	Data Keypad32
Tabel 4.1	Pengukuran Tegangan Pada Keluaran Catu Daya43
Tabel 4.2	Pengukuran PT100 Class A dan Op-amp dengan Referensi Alat Ukur Suhu44
Tabel 4.3	Perbandingan antara hasil pengukuran rangkaian sensor suhu PT100 dengan hasil perhitungan menggunakan rumus46
Tabel 4.4	Hasil pengujian rangkaian driver relay49
Tabel 4.5	Setting yang diterapkan pada relay suhu50
Tabel 4.6	Hasil pengujian relay suhu55
Tabel 4.7	Hasil pengujian dan kalibrasi relay suhu57

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT.PLN (PERSERO) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.*Pemeliharaan Trafo Tenaga*.Jakarta,2005.
- [2] PT.PLN (PERSERO) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali.*Prosedur Pemeliharaan Trafo Tenaga*.Jakarta,2002.
- [3] Sutrisno,Elektronika: *Teori Dasar dan Penerapannya*,PenerbitITB, Bandung,1986.
- [4] Heri Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*, Bandung, Informatika, 2008.
- [5] Winoto Ardi, 2010, "*Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*", Bandung, Informatika