

SKRIPSI

**PERANCANGAN *STABILIZER* TIGA FASA
DENGAN PENGGERAK MOTOR SERVO
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana (S1)**



**Oleh :
Marjoko
G1D008046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2014**

SKRIPSI

**PERANCANGAN *STABILIZER* TIGA FASA
DENGAN PENGGERAK MOTOR SERVO
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana (S1)**



**Oleh :
Marjoko
G1D008046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2014**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PERANCANGAN STABILIZER TIGA FASA DENGAN PENGGERAK MOTOR SERVO BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32

Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan hasil duplikasi dari skripsi dan/atau karya ilmiah lainnya yang pernah dipublikasikan dan/atau pernah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, Juli 2014

Marjoko
G1D008046

MOTTO :

Man Jadda Wa Jada

Jalani dan syukuri apa yang telah ditakdirkan

Ikhlas dalam semua tindakan dan kesempatan

PERSEMBAHAN :

Skripsi ini kuselesaikan untuk kupersembahkan kepada :

- Allah SWT yang selalu memberikan berkah dan petunjuk dalam segala kesusahan.
- Bapak terimakasih yang selalu memberikan semangat untuk keberhasilanku.
- Ibu terimakasih atas dukungan yang menginginkan studiku cepat selesai.
- Cak Ari dan Mas Ipin, serta Adekku Ndok Ana Terimakasih atas dukungan dan doanya.
- Dodo Nurfa dan Mbak Dian Terimakasih atas semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Dek Maureen Terima kasih atas perhatian dan pengertiannya.

Abstrak

Penelitian ini melakukan perancangan stabilizer tiga fasa tegangan variabel dengan penggerak motor servo. Rangkaian perancangan terdiri dari rangkaian sistem minimum ATmega32, rangkaian sensor tegangan, rangkaian motor servo dan rangkaian autotransformator. Pengujian dilakukan dengan melewati tegangan tiga fasa pada *stabilizer* yang kemudian akan dibaca oleh sensor tegangan sehingga diperoleh tegangan tiga fasa sebesar 220 volt per fasa terhadap netral. Performa rancangan *stabilizer* tiga fasa di uji dengan pengujian tanpa beban, pengujian berbeban dan pengujian dengan tegangan *input* tidak seimbang. Hasil pengujian yang diperoleh, *rising time* stabilizer kurang dari 4s yang di uji pada fasa T, dan tegangan mampu dipertahankan pada tegangan 218V sampai 222V dengan error maksimal 3,06% pada pengujian tanpa beban, 4,57% pada pengujian berbeban dan 3,24% untuk pengujian dengan tegangan *input* tidak dengan selisih antar fasa mencapai 16,5V.

Kata kunci : autotransformator, *stabilizer* tiga fasa, motor servo

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur kepada Allah SWT , Tuhan Yang Maha Esa atas semua rahmat dan karuniaNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu dengan judul “Perancangan *Stabilizer* Tiga Fasa Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Mikrokontroler ATMega32“. Shalawat dan salam semuanya tercurah kepada Junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, Keluarganya, dan seluruh Umatnya hingga akhir zaman. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.

Selama proses penyelesaian skripsi ini tidak sedikit tantangan dan hambatan yang dihadapi, sehingga penulis sadar bahwa skripsi ini tidak terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui tulisan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan Rahmat dan RidhoNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan dan bisa meraih gelar sarjana
2. Bapak, Ibu, Kak Ari Wahyudi, Kak Arifin, Noviana, Mbak Nurfa, Mbak Dian dan segenap keluarga besarku yang senantiasa memberikan dukungan, perhatian, dan doanya selalu.
3. Bapak M. Khairul Amri Rosa, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Afriyastuti Herawati, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing pendamping, terimakasih atas bimbingan dan pengarahannya selama ini, kemurahan dan keikhlasan hati bapak dan ibu dalam membimbing adalah kekuatan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Anizar Indriani, S.T.,M.T dan Ibu Yuli Rodiah, S.T.,M.T sebagai dosen penguji, terimakasih atas saran dan pengarahan yang diberikan sehingga skripsi ini bisa diselesaikan kearah yang lebih baik.

5. Segenap dosen dan karyawan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.
6. Untuk teman-teman yang telah membantu penulis melakukan pengujian : Pico, Sulaiman, Anom, Maureen, Mario, Afriansah, Diky, Aldean, Diana, Wilda, Odoy, Uda igit, dan P-Man terimakasih kawan, kebaikan dan waktu kalian akan selalu kuingat.
7. Seluruh teman-teman seangkatan dan seperjuanganku Teknik Elektro 2008.
8. Serta seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal baik yang telah diberikan mendapat imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari Skripsi ini jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, oleh karena itu penulis terbuka akan kritikan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini dikemudian hari.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis secara pribadi dan bagi yang membacanya.

Wassalam

Bengkulu, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii

BAB 1 . PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sumber Tegangan Tiga Fasa	4
2.1.1. Sistem Y 4 Kawat	5
2.1.2. Sistem Tiga Fasa dengan Hubungan Δ	6
2.1.3. Ketidakstabilan dan Ketidakseimbangan Tegangan	7
2.1.4. Pembebanan Pada Sistem Tiga Fasa.....	7
2.2. Transformator	8
2.2.1. Rangkaian Ekuivalen	8
2.2.2. Jenis – Jenis Transformator	9
2.3. Transformator Tiga Fasa	9
2.4. Autotransformator	10
2.5. Motor Servo	11
2.5.1. Jenis-Jenis Motor Servo.....	12

2.5.2. Pengaturan Motor Servo	12
2.6. Mikrokontroler Atmega 32.....	13
2.6.1. Konfigurasi Pin	14
2.7. Bahasa Program BASCOM.....	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian	17
3.2 Objek Penelitian	17
3.3 Metode Perancangan.....	17
3.3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	18
3.3.1.1. Alat dan Bahan.....	18
3.3.1.1.1. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATmega 32	19
3.3.1.1.2. Rangkaian LCD.....	20
3.3.1.1.3. Rangkaian Motor Servo	21
3.3.1.1.4. Rangkaian Sensor Tegangan	22
3.3.1.1.5. Rangkaian Autotransformator.....	23
3.3.1.1.6. Rangkaian Keseluruhan	24
3.3.2. Perancangan Software	24
3.4. Pengujian	26

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Karakteristik Autotransformator pada kondisi tanpa pengendalian	28
4.1.1. Pengujian nilai tegangan autotransformator berdasarkan posisi tap autotransformator.....	28
4.2. Pengujian Karakteristik Sensor Tegangan.....	30
4.3. Pengujian stabilizer dengan pengendali motor servo	32
4.3.1. Pengujian Tanpa Beban	32
4.3.2. Pengujian Berbeban	35
4.3.3. Pengujian Pada tegangan <i>Input</i> Tidak Seimbang Yang dikondisikan.....	37
4.3.4. Pengujian Tiga Fasa Tanpa Beban	41

4.3.5. Pengujian Pada tegangan <i>Input</i> Tidak Seimbang Yang dikondisikan.....	41
4.3.6. Pengujian <i>Rising Time</i> Motor Servo Pada Saat Mencapai Tegangan 220V	42

BAB 5 PENUTUP

5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bentuk Gelombang Pada Tegangan Tiga Fasa	4
Gambar 2.2. Beda Sudut Perfasa Pada Masing – Masing Tegangan	4
Gambar 2.3 Sumber Tegangan Tiga Fase Dengan Hubungan Y Empat Kawat ...	5
Gambar 2.4 Urutan Fase abc	6
Gambar 2.5 Urutan Fase acb	6
Gambar 2.6 Sumber Tiga Fase Hubungan Delta (Δ)	6
Gambar 2.7 Sistem Tiga Dengan Beban Y Tak Seimbang	7
Gambar 2.8 Hubungan Beban Pada Sumber Tiga Fasa	8
(a) Beban Terhubung Y	8
(b) Beban Terhubung Δ	8
Gambar 2.9. Rangkaian Ekuivalen Transformator	8
Gambar 2.10. Transformator Dengan Hubungan Bintang (Y) dan hubungan delta (Δ)	9
Gambar 2.11 Bentuk Fisik Autotransformator	10
Gambar 2.12 Rangkaian Ekuivalen Autotransformator	10
Gambar 2.13 OLTC (<i>On Load Tap Changer</i>)	11
Gambar 2.14 Motor Servo	11
Gambar 2.15 Sistem Mekanik Motor Servo	11
Gambar 2.16 Jenis-Jenis Motor Servo	12
Gambar 2.17 Blok Diagram Atmega32	13
Gambar 2.18 Bentuk Chip Atmega32	14
Gambar 2.19 Tampilan Halaman Editor Perangkat Lunak Bascom-AVR	15
Gambar 3.1. Diagram Blok <i>Stabilizer</i> Tegangan Tiga Fasa	18
Gambar 3.2. Rangkaian Sistem Minimum	19
Gambar 3.3. Lay Out Sistem Minimum	20
Gambar 3.4. Rangkaian Jadi Sitem Minimum	20
Gambar 3.5. Rangkaian LCD Pada Mikrokontroler	20
Gambar 3.6. LCD Pada Mikrokontroler	21
Gambar 3.7. Rangkaian Motor Servo Pada Mikrokontroler	21
Gambar 3.8. Motor Servo Yang Terpasang Pada As Autotrafo	22

Gambar 3.9. Rangkaian Sensor Tegangan	22
Gambar 3.10. Rangkaian Autotransformator	23
Gambar 3.11. Bentuk Fisik Autotrafo.....	23
Gambar 3.12. Rangkaian Keseluruhan.....	24
Gambar 3.13. (a) Rangkaian Keseluruhan	24
Gambar 3.13. (b) Rangkaian Pengendali	24
Gambar 3.14. Diagram Alir	26
Gambar 3.15. Rangkaian Pengujian Tanpa Beban.....	27
Gambar 3.16. Rangkaian Pengujian Berbeban	27
Gambar 3.17. Rangkaian Pengujian dengan tegangan input tidak seimbang Dengan Pengendalian	27
Gambar 4.1. Grafik Karakteristik Tegangan Keluaran Autotransformator Terhadap Posisi (<i>Tap</i>) Autotransformator	29
Gambar 4.2. Grafik Karakteristik Sensor Tegangan.....	32
Gambar 4.3. Rangkaian Pengujian Sebelum Tegangan Sumber Diinputkan Ke Autotransformator	32
Gambar 4.4. Sumber Tegangan Dikondisikan	33
Gambar 4.5. Pengujian Tanpa Beban.....	33
Gambar 4.6. Pengujian Berbeban Dengan Lampu Pijar	36
Gambar 4.7. Rangkaian Resistor Untuk Membuat Tegangan Fasa Tidak Seimbang	37
Gambar 4.8. Grafik perbandingan V_{RN} dengan I_{RN}	39
Gambar 4.9. Grafik Karakteristik Rising Time Motor Servo	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Karakteristik Autotransformator	28
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Derajat Motor Servo Untuk Mencapai Tegangan 220 Volt	30
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Karakteristik Sensor Tegangan.....	31
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Tanpa Beban	34
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan <i>error</i> pembacaan Tegangan <i>Output</i> LCD Terhadap pengukuran Tegangan <i>Output</i> Secara <i>Manual</i>	35
Tabel 4.6. Hasil Pengujian dengan Beban Lampu Pijar	36
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pada Pengujian Dengan Beban Lampu Pijar.....	37
Tabel 4.8. Tabel 4.4. Hasil Pengujian pada Tegangan Input Tidak Seimbang.....	38
Tabel 4.9. Selisih Tegangan Antar Fasa R, S, dan T.	38
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pada Pengujian Pada Tegangan Input Tidak seimbang keadaan tanpa beban	40
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pada Pengujian Pada Tegangan Input Tidak seimbang keadaan berbeban.....	40
Tabel 4.12. Hasil Pengujian Tiga Fasa Tanpa Beban	41
Tabel 4.13. Hasil Pengujian Tiga Fasa Dengan Sumber Tegangan <i>Input</i> Tidak Seimbang Yang Dikondisikan	42
Tabel 4.14. Pengujian Rising Time Motor Servo Pada Saat Mencapai Tegangan 220V.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Program	46
Lampiran 2 Perhitungan Error Pembacaan LCD	50
Lampiran 3 Tampilan LCD Pada Pengujian	57
Lampiran 4 Datasheet Atmega32.....	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beban pada sistem tenaga terbagi atas dua macam, yaitu beban tiga fasa dan beban satu fasa. Pengklasifikasian tersebut berdasarkan sumber tegangan yang digunakan. Beban tiga fasa merupakan beban yang menggunakan sumber tegangan tiga fasa, sedangkan beban satu fasa adalah beban yang menggunakan sumber tegangan satu fasa. Pembebanan pada sistem tenaga dapat menyebabkan turunnya tegangan pada sisi beban. Sementara itu, banyaknya pelanggan tegangan satu fasa dapat menyebabkan ketidakseimbangan tegangan pada masing – masing fasa.

Stabilitas tegangan yang baik sangat diperlukan karena dapat mempengaruhi peralatan kelistrikan yang digunakan baik dari segi performa, daya tahan maupun umur ekonomis dari peralatan listrik yang digunakan tersebut. Tegangan yang dihasilkan PT PLN sering tidak stabil dan tidak seimbang, sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Motor induksi tiga fasa misalnya, merupakan salah satu contoh beban yang memerlukan tegangan tiga fasa yang seimbang. Jika sumber tegangan yang digunakan tidak seimbang maka putaran yang terjadi pada motor tersebut tidak sempurna atau dengan kata lain tidak seimbang. Tegangan sumber yang digunakan dapat mengganggu performa peralatan. Selain itu, tegangan tiga fasa yang tidak seimbang dapat memperpendek usia peralatan.

Penelitian ini merancang *stabilizer* tegangan tiga fasa menggunakan autotransformator yang berfungsi menaikkan tegangan secara otomatis yang dikendalikan oleh motor servo. Perubahan level tegangan yang akan dilakukan tidak hanya pada tegangan tiga fasa yang lazim digunakan, akan tetapi *stabilizer* ini diharapkan mampu menaikkan tegangan mulai dari 150V. *Stabilizer* tiga fasa ini dapat memperbaiki kualitas tegangan, yang tidak dapat dilakukan pada *stabilizer konvensional*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, antara lain :

1. Pengaturan tegangan melalui motor servo untuk mengatasi perubahan tegangan tiga fasa akibat dari sumber tiga fasa yang tidak setimbang atau kurang dari batas minimum;
2. Perancangan sistem kendali tegangan tiga fasa untuk menghasilkan tegangan AC tiga fasa yang stabil;

1.3 Batasan Masalah

Pada penyusunan skripsi ini, penulis membatasi masalah pada hal-hal berikut:

1. Tegangan sumber tiga fasa yang digunakan relatif stabil dengan selisih 2V sampai 4V antar fasa R, S, dan T.
2. Tidak memperhitungkan pengaruh harmonik.
3. Tegangan *output* variabel perfasa adalah 218V – 222V.
4. Tegangan minimum fasa - netral pada pengujian sebagai *stabilizer* adalah 150V, dan untuk pengujian dengan sumber tidak seimbang dilakukan dengan sumber tegangan *input* dikondisikan sebesar 160V.

1.4 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. Menghasilkan kendali otomatis pada stabilizer dengan motor servo sebagai penggerak *tap* autotransformator.
2. Menghasilkan tegangan *output* perfasa terhadap netral 218V-222V pada tegangan *input* tidak seimbang.
3. Menghasilkan tegangan *output* perfasa terhadap netral 218V-222V, dengan perubahan beban maupun perubahan tegangan *input*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Kebutuhan akan energi listrik semakin lama semakin tinggi dan hampir semua peralatan menggunakan listrik untuk bekerja, sehingga kualitas dari tegangan tersebut kadang kurang diperhatikan. Tegangan yang stabil sangat berpengaruh pada performa maupun usia ekonomis dari suatu peralatan listrik.

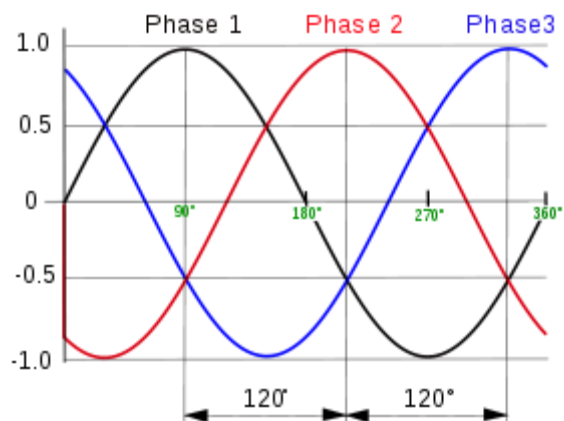
Pada tahun 2011 terdapat penelitian tentang Simulasi Penggunaan PI *Controller* sebagai penstabil tegangan generator DC pada pembangkit listrik tenaga angin terhadap perubahan kecepatan angin oleh Ida Bagus Fery Citarsa. Penelitian ini membahas tentang desain penstabil tegangan generator dc terhadap perubahan kecepatan angin menggunakan PI *controller*. Kecepatan angin setiap waktu selalu berubah (tidak tetap), sehingga kecepatan putar turbin angin setiap waktu akan berubah, hal ini akan mempengaruhi tegangan keluaran generator dc pada PLT Angin yang akan didistribusikan ke pelanggan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai desain sistem kendali yang mampu menstabilkan tegangan keluaran generator dc pada PLT Angin. Untuk mensimulasikan tegangan keluaran generator dc, dilakukan dengan membuat rangkaian ekuivalen generator dc. Kemudian menurunkan persamaan matematis dan membuat model rangkaian dengan *simulink function* pada Matlab. Sebelum pemasangan PI *controller*, tegangan keluaran generator dc selalu berubah-ubah sesuai dengan perubahan kecepatan putar turbin angin, tetapi setelah pemasangan PI *controller*, ternyata tegangan keluaran generator dc dapat distabilkan pada tegangan 220 volt. Pemodelan generator dc mencapai kestabilan dengan nilai *setting time* 1.2 detik dengan nilai K_p 20 dan K_i 5[1].

Kemudian Arman Jaya dkk, dengan penelitiannya yang berjudul implementasi kontroler PID pada AVR (*Automatic Voltage Regulator*) untuk pengaturan tegangan eksitasi generator sinkron 3 fasa mengemukakan bahwa perubahan tegangan keluaran sebuah generator dipengaruhi oleh berbagai macam faktor diantaranya adalah beban dinamis dan tegangan penguat magnet (tegangan eksitasi). Dalam proyek akhir tersebut dibuat suatu sistem pengaturan tegangan eksitasi generator sinkron 3 fasa untuk menjaga kestabilan tegangan generator

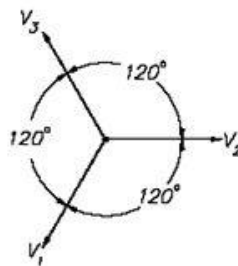
sesuai ratingnya sebesar 380 volt. Dengan mengimplementasikan kontroler PID maka besar kecilnya tegangan eksitasi dapat diatur melalui perubahan *duty cycle* dari PWM untuk *switching* IGBT pada rangkaian daya DC-DC *converter* jenis *buck-boost converter*. Dengan parameter kontroler PID $K_p=3$, $K_i=0.001$, $K_d=0.001$ dan tegangan eksitasi yang mampu diberikan rangkaian daya sampai sebesar 130 volt dc sistem dapat stabil saat terjadi perubahan beban. *Recovery time* untuk mencapai *steady state* adalah 1,3 detik saat dibebani dan 1,1 detik saat beban dilepas[2].

Berdasarkan referensi penelitian tersebut penulis ingin melakukan penelitian tentang perancangan *stabilizer* tegangan variabel untuk menstabilkan tegangan keluaran 3 fasa yang dapat menaikkan tegangan mulai dari tegangan 150 VAC.

2.1. Sumber Tegangan Tiga Fasa



Gambar 2.1. Bentuk Gelombang pada Tegangan Tiga Fasa[4]

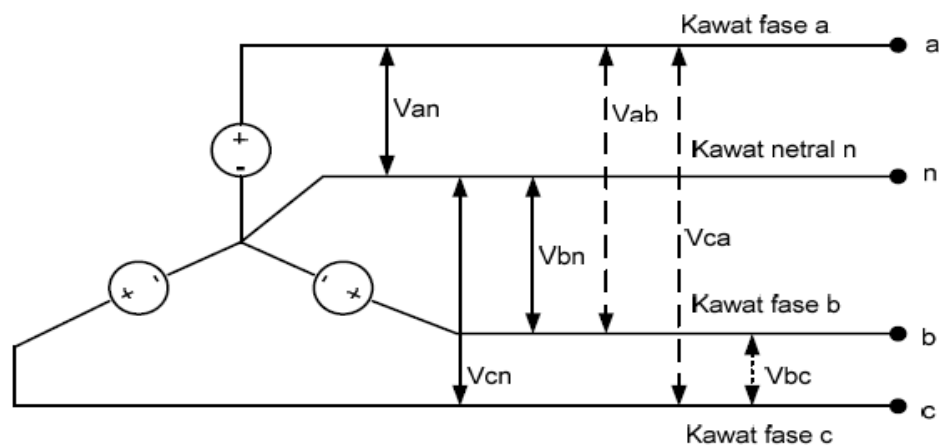


Gambar 2.2. Beda Sudut Perfasa Pada Masing – Masing Tegangan[4]

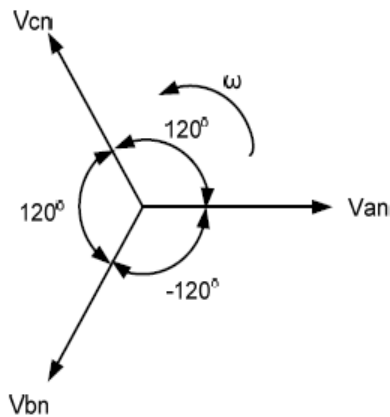
Dalam sistem kelistrikan dikenal dengan sumber tegangan satu fasa dan tiga fasa. Pada sistem tiga fasa, tiap sumber tegangan terdiri atas suatu kelompok tegangan yang mempunyai ukuran besar (*magnitude*) dan sudut fasa yang berkaitan. Jadi, sebuah sistem n-fasa akan menggunakan sumber tegangan yang secara konvensional terdiri dari n tegangan dengan *magnitude* yang sama dan berturut – turut berbeda fasa sebesar $360^0/n$ [3]. Ada 2 macam tegangan listrik yang dikenal dalam sistem 3-phase ini : Tegangan antar phase (V_{pp} : *voltage phase to phase* atau ada juga yang menggunakan istilah *Voltage line to line*) dan tegangan phase ke netral (V_{pn} : *Voltage phase to netral* atau *Voltage line to netral*). Pada istilah umum di Indonesia, sistem 3-phase ini lebih familiar dengan nama sistem R-S-T, karena memang umumnya menggunakan simbol “R”, “S” , “T” untuk tiap penghantar phasanya serta simbol “N” untuk penghantar netral. Secara umum bentuk gelombang dan besar perbedaan sudut yang terjadi pada masing – masing fasa terlihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.

2.1.1. Sistem Y (4 Kawat)

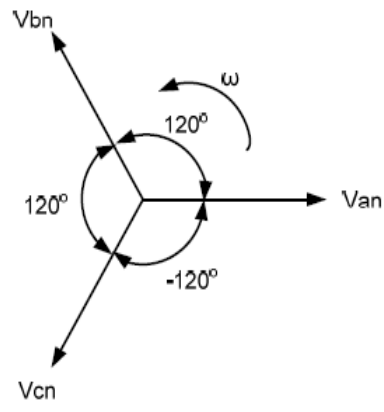
Sistem bintang empat kawat yang terlihat pada gambar 2.3 merupakan Sistem yang sering digunakan pada jaringan distribusi. Sistem ini sering digunakan dengan karena bukan hanya tegangan tiga fasa yang dapat digunakan tetapi tegangan satu fasa pun bisa digunakan pada Sistem ini, yaitu dengan cara menarik salah satu fasanya dan netral pada Sistem ini. Namun Sistem inilah yang sering menyebabkan ketidakseimbangan tegangan[4].



Gambar 2.3 Sumber Tegangan Tiga Fasa Dengan Hubungan Y Empat Kawat[4]



Gambar 2.4 Urutan Fasa abc[4]



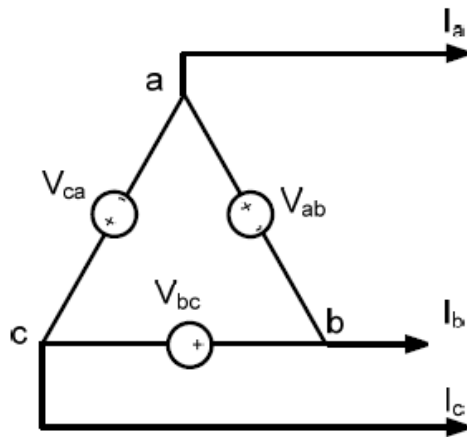
Gambar 2.5 Urutan Fasa acb[4]

Pada sistem sumber tiga fasa yang seimbang ini berlaku :

$$V_{an} + V_{bn} + V_{cn} = 0 \text{ atau } |V_{an}| = |V_{bn}| = |V_{cn}|$$

Urutan fasa adalah urutan dari harga maksimum yang dicapai oleh setiap gelombang tegangan tersebut, misalnya dikatakan urutan abc ini berarti bahwa harga maksimum gelombang a lebih dahulu tercapai baru diikuti oleh harga maksimum gelombang b dan gelombang c.

2.1.2. Sistem Tiga Fasa dengan Hubungan Δ



Gambar 2.6 Sumber tiga fasa hubungan delta (Δ)[4]

Pada hubungan delta ini yang ada hanyalah tegangan *line to line*, yaitu V_{ab} , V_{bc} dan V_{ca} , dimana tegangan ini juga berbeda fasa satu sama lainnya dengan sudut 120° .

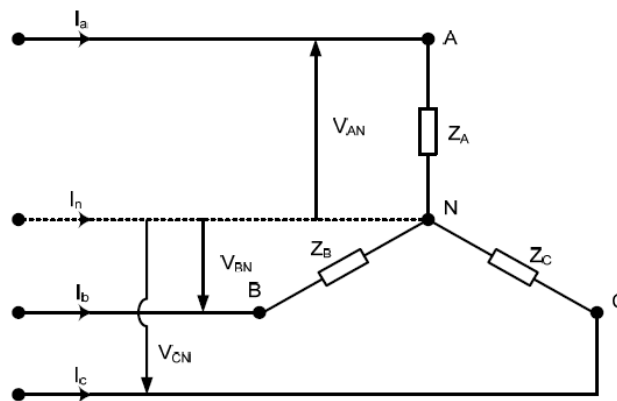
2.1.3. Ketidakstabilan dan Ketidakseimbangan Tegangan

Sistem distribusi pada umumnya menggunakan sistem kawat terhubung bintang yang ditanahkan yang ditunjukkan oleh Gambar 2.7, sehingga tegangan satu fasa dari transformator distribusi dapat diperoleh dengan menggunakan salah satu fasanya dan netral pada sistem tersebut. Hal itu dilakukan untuk menyuplai beban – beban satu fasa. Adanya beban satu fasa inilah yang dapat menyebabkan arus dalam konduktor tiga fasa menjadi berbeda, mengakibatkan tegangan jatuh yang berbeda sehingga menyebabkan tegangan pada ketiga fasanya menjadi tidak seimbang. Normalnya, ketidakseimbangan tegangan maksimum terjadi pada ujung saluran distribusi primer, tetapi jumlah aktualnya akan tergantung pada seberapa baiknya beban satu fasa seimbang diantara fasa – fasa dalam sistem.

Keseimbangan yang sempurna tidak akan pernah dicapai karena beban akan terus berubah, yang akan mengakibatkan ketidakseimbangan tegangan pada salah satu fasanya secara terus menerus (*continuos*).

Ada dua kemungkinan dalam sistem tiga fasa yang menyebabkan ketidakstabilan tegangan[4] :

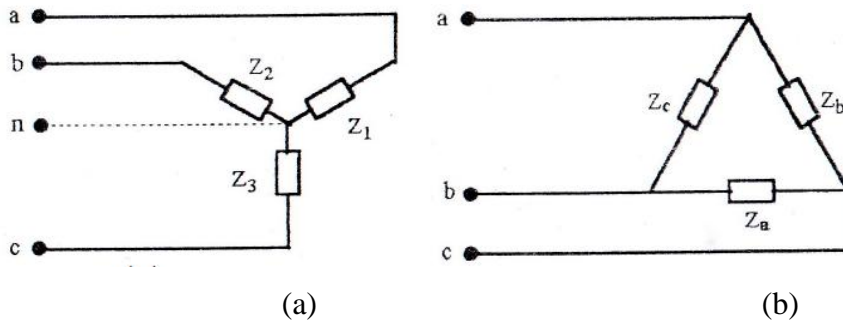
1. Tegangan sumber tak seimbang yaitu tidak sama besar magnitudnya atau beda sudut fasa tidak sama.
2. Impendansi beban tidak sama



Gambar 2.7 Sistem tiga dengan beban Y tak seimbang[4]

2.1.4. Pembebanan Pada Sistem Tiga Fasa

Sama halnya dengan hubungan pada sumber tegangan tiga fasa, pada pembebanan sistem tiga fasa juga dikenal dengan beban terhubung Y dan Δ .



Gambar 2.8 Hubungan beban pada sumber tiga fasa[4]

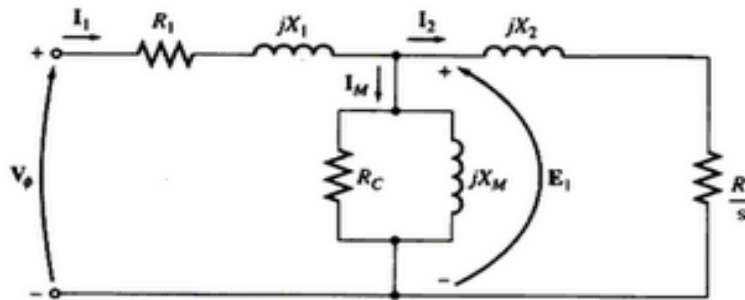
- (a) beban terhubung Y
- (b) beban terhubung Δ

2.2. Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Kerja transformator yang berdasarkan induksi-elektromagnet, menghendaki adanya gandengan antara rangkaian primer dan sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama[5].

2.2.1. Rangkaian Ekuivalen

Dalam suatu Transformator, rangkaian ekuivalen digunakan untuk menganalisis adanya fluks bocor, karena tidak semua fluks yang dihasilkan oleh arus pemagnetan merupakan fluks bersama. Fluks bocor θ_1 dan θ_2 ditunjukkan sebagai reaktansi X_1 dan X_2 . Sedangkan rugi tahanan ditunjukkan dengan R_1 dan R_2 . Dengan demikian model rangkaian dapat dituliskan seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rangkaian Ekuivalen Transformator[5]

2.2.2. Jenis – Jenis Transformator

Menurut kegunaannya, Transformator terbagi atas beberapa jenis.

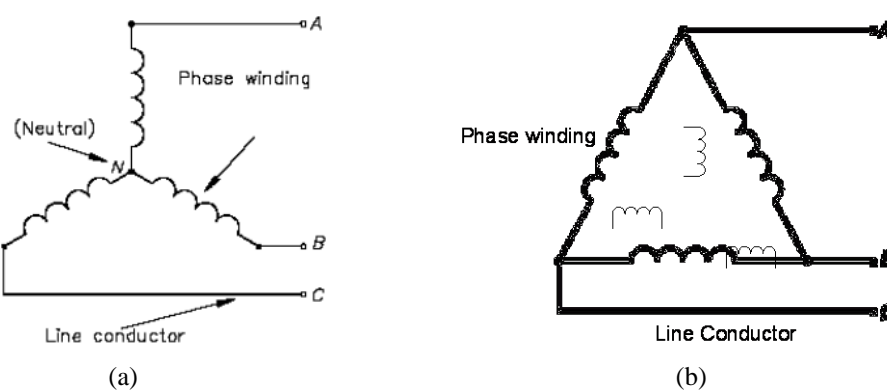
Diantaranya adalah :

1. Transformator Step – Up
2. Transformator Step – Down
3. Autotransformator
4. Autotransformator Variabel
5. Transformator Isolasi
6. Transformator Pulsa
7. Transformator Tiga Fasa

2.6. Transformator Tiga Fasa

Transformator tiga fasa sebenarnya adalah tiga Transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder dihubungkan secara delta (Δ)[5].

Ada 2 macam hubungan dalam koneksi 3 penghantar Transformator tiga fasa yaitu hubungan bintang (“Y” atau star) dan hubungan delta. Sesuai bentuknya, yang satu seperti huruf “Y” dan satu lagi seperti simbol delta “ Δ ”. Gambar 2.10 (a) dan Gambar 2.10 (b) menunjukkan bagaimana hubungan tersebut terjadi.



Gambar 2.10 Transformator dengan hubungan bintang (Y) dan hubungan delta (Δ) [5]

Pada Gambar 2.10 (a) terlihat bahwa pada hubungan bintang semua ujung kumparan terhubung menjadi satu dan ujung yang terhubung menjadi netral pada hubungan tersebut. Sedangkan pada Gambar 2.10 (b) hubungan yang terjadi

adalah semua ujung tersambung sehingga diperoleh tiga titik yang digunakan sebagai sumber dimana ketiga titik tersebut semuanya adalah fasa (tanpa netral).

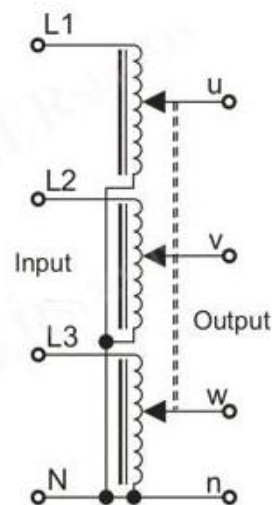
2.7. Autotransformator

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Bentuk fisik dari autotransformator terlihat pada Gambar 2.11. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder, lihat Gambar 2.12. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah dari pada jenis dua lilitan. Untuk perubahan tegangan pada Autotransformator digunakan OLTC (*On Load Tap Changer*) dimana OLTC ini akan mengganti tegangan dengan cara pergantian jumlah lilitan, contoh OLTC terlihat pada Gambar 2.13[7]. Tegangan yang dihasilkan akan bervariasi sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada autotransformator tersebut.

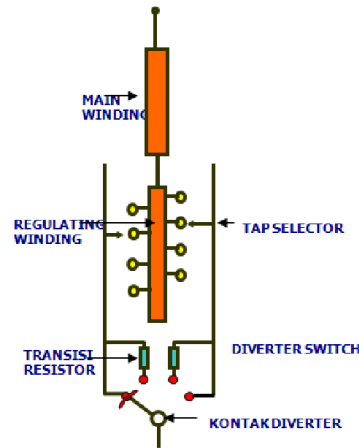
Secara umum prinsip dasar dari OLTC ini yaitu melakukan pengaturan tegangan baik sisi sekunder maupun primer yang dilakukan dengan cara memilih rasio tegangan, dimana untuk memilih rasio yang dikehendaki dilakukan dengan cara menambahkan atau mengurangi jumlah kumparan yang dimana proses tersebut dilakukan oleh *tap selector* dan *diverter switch*.



Gambar 2.11 Autotransformator[6]



Gambar 2.12 Rangkaian Ekuivalen Autotransformator[6]



Gambar 2.13 OLTC (On Load Tap Changer)[6]

2.8. Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah *Clock Wise* (searah jarum jam) dan *Counter Clock Wise* (berlawanan arah jarum jam) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya dengan bentuk fisik terlihat pada Gambar 2.13. Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup (*closed feedback*) dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol terlihat pada Gambar 2.14. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



Gambar 2.14 Motor servo[7]



Gambar 2.15 Sistem mekanik motor servo[7]

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya [7].

Sebuah motor servo memiliki :

1. 3 jalur kabel : *power*, *ground*, dan kontrol
2. Sinyal kontrol yang mengendalikan posisi
3. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum. Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan *feedback control*.

2.5.1. Jenis-Jenis Motor Servo

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu :

1. Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

2. Motor Servo *Continuous*

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

Motor servo merupakan sebuah motor DC kecil yang diberi sistem gear dan potensiometer sehingga dia dapat menempatkan *horn* servo pada posisi yang dikehendaki. Motor ini menggunakan sistem *close loop* sehingga posisi “*horn*” yang dikehendaki bisa dipertahankan. *Horn* pada servo ada dua jenis, yaitu *horn* “X” dan *horn* berbentuk bulat seperti pada Gambar 2.16[7].



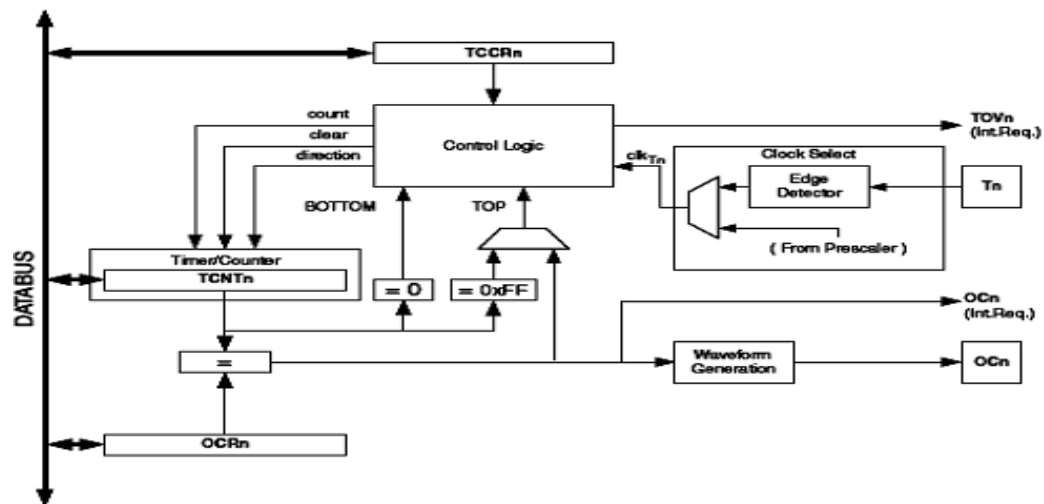
Gambar 2.16 Jenis-Jenis Motor Servo[7]

2.5.2. Pengaturan Motor Servo

Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

2.9. Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Siklus sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan CISC adalah *Complex Instruction Set Computing*[8].



Gambar 2.17 Blok Diagram ATmega32 [9]

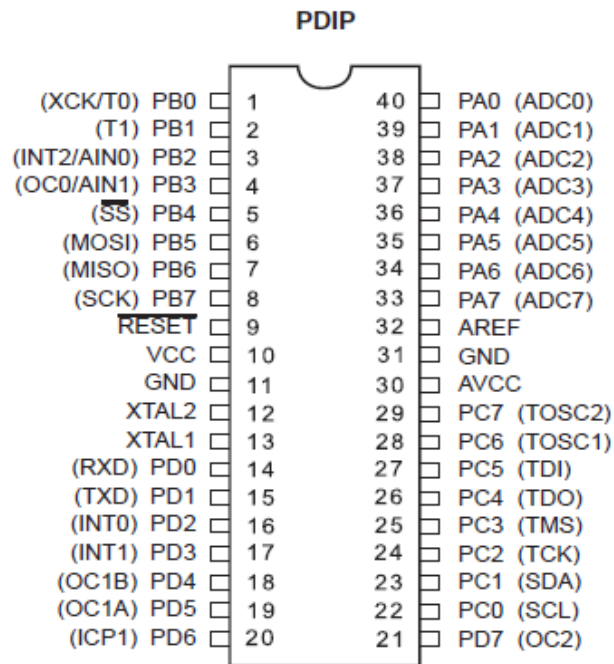
AVR dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT86RFxx. Dari semua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *onboard* memori, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama. Blok diagram sistem ATmega32 dapat dilihat seperti pada Gambar 2.17.

ATmega32 itu sendiri memiliki beberapa fitur-fitur sebagai berikut[10] :

1. Sistem mikrokontroler 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Memiliki memori flash 32 KB, SRAM sebesar 1024 byte dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte.
3. Memiliki ADC (*Analog Digital Converter*) internal dengan ketelitian 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Memiliki PWM (*Pulse Wide Modulation*) internal sebanyak 4 saluran.
5. Enam pilihan mode *sleep*, untuk menghemat penggunaan daya listrik.

2.9.1. Konfigurasi Pin

Gambar 2.18 merupakan bentuk chip dan susunan kaki standar 40 pin DIP mikrokontroler AVR ATmega32.



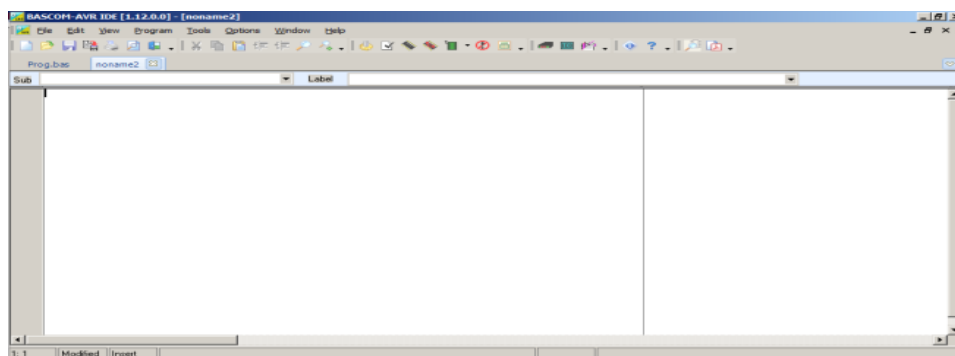
Gambar 2.18 Bentuk Chip ATmega32 [9]

1. Vcc *Input* sumber tegangan (+).
2. Gnd *Ground* (-).
3. Port A (PA7...PA0) Berfungsi sebagai *input* analog dari ADC (*Analog to Digital Converter*). Port ini juga berfungsi sebagai port I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.

4. Port B (PB7...PB0) Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses *downloading*.
5. Port C (PC7...PC0) Berfungsi sebagai port I/O dua arah.
6. Port D (PD7...PD0) Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial.
7. RESET *input* reset.
8. XTAL1 *Input* ke amplifier inverting osilator dan *input* ke sirkuit *clock* internal.
9. XTAL2 Output dari amplifier *inverting* osilator.
10. AVcc *Input* tegangan untuk Port A dan ADC. AVcc harus harus dihubungkan ke Vcc, walaupun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke Vcc melalui "*low pass filter*".
11. AREF Tegangan referensi analog untuk ADC.

2.10. Bahasa Program BASCOM

BASCOM-AVR adalah perangkat lunak dengan bahasa *basic* produk dari AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) yang merupakan perangkat lunak *editor*, *compiler*, dan *simulator*[10]. Tampilan muka halaman editor perangkat lunak BASCOM-AVR terdapat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Tampilan Halaman Editor Perangkat Lunak BASCOM-AVR [10]

Bahasa BASCOM tidak mengenal penulisan di kolom tertentu, jadi bisa dimulai dari kolom manapun. Mempermudah pembacaan program dan untuk keperluan dokumentasi, sebaiknya penulisan diatur sedemikian rupa sehingga mudah dibaca. Jika kita telah menulis program di BASCOM-AVR kita akan

melakukan *compile* guna mengetahui apakah program terdapat *error* atau sudah benar sekaligus mengubah tipe data “.bas” menjadi “.hex” supaya dapat di masukkan kedalam mikrokontroler[10].

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.4 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lingkungan Universitas Bengkulu yang bertempat di Gedung Laboratorium Fakultas Teknik. Waktu pelaksanaan dilakukan pada bulan Maret 2014.

3.5 Objek Penelitian

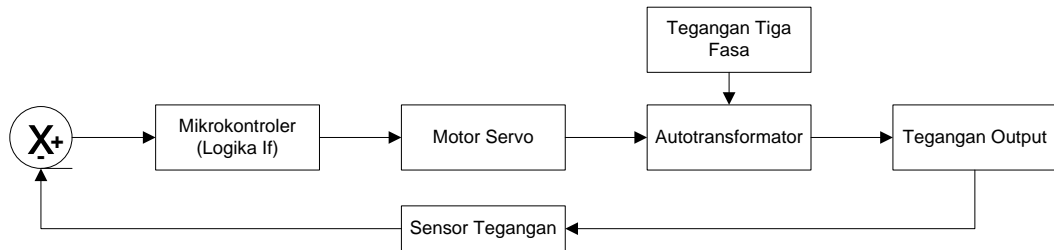
Objek penelitian yang digunakan adalah tegangan keluaran tiga fasa pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bengkulu.

3.6 Metode Perancangan

Metode perancangan *stabilizer* tegangan tiga fasa ini akan dilakukan dengan merancang sistem *hardware* yang meliputi satu unit kendali mikrokontroler ATmega32, motor servo, rangkaian penaik tegangan (autotransformator). ATmega32 merupakan sistem minimum yang mengendalikan dan memproses semua kerja alat dari *input* sampai dengan *output* yang dihasilkan. Motor servo sebagai pengatur *tap* pada autotransformator yang diperintahkan oleh mikrokontroler hingga tegangan *output* yang dihasilkan seimbang dan stabil. Autotransformator sebagai penaik tegangan. Kemudian tahapan akhir adalah sistem perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler sebagai sistem pengendali dengan BASCOM- AVR, dan akan dilakukan pengujian secara keseluruhan. Studi pustaka yang diperlukan akan menambah beberapa referensi yang diperlukan untuk memperkuat dari penelitian tersebut.

Blok diagram pada Gambar 3.1 merupakan sebuah penstabil tegangan. Perencanaan perangkat keras ini meliputi sistem minimum berupa mikrokontroler ATmega32, rangkaian motor servo, rangkaian autotransformator, dan LCD ukuran 16x2. Diagram blok ini menjelaskan cara kerja dari pembuatan *stabilizer* tegangan tiga fasa variabel. Prinsip kerja dari rancangan yang dibuat adalah pertama alat dalam keadaan tidak bertegangan kemudian dihubungkan dengan suplai tegangan tiga fasa, pada keadaan ini sensor akan menghitung *error*

sehingga sistem kendali yang tertanam pada mikrokontroler dapat memberikan perintah berapa besar pergeseran yang harus dilakukan oleh motor servo agar tegangan keluaran berada pada tegangan $218V < V < 222V$.



Gambar 3.1. Diagram Blok *Stabilizer* Tegangan Tiga Fasa

Tahap pertama yaitu perancangan *hardware* berupa mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengendali beberapa *hardware* yang telah terhubung, diantaranya adalah LCD dan motor servo. Tahap kedua adalah perancangan *software*. Menerapkan sistem pengendali pada bahasa pemrograman menggunakan bahasa *Basic Compiler* (Bascom) yang digunakan pada mikrokontroler untuk mengendalikan motor servo untuk mengatur posisi *tap* autotransformator. Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisa dan pembahasan yang akan disesuaikan dengan hasil pengujian yang diperoleh nantinya. Tahap terakhir adalah menyimpulkan hasil tahapan-tahapan yang telah dijelaskan sebelumnya. Hasil akhir dari penelitian ini adalah perancangan *stabilizer* tiga fasa tegangan dengan pengendali motor servo.

3.3.1 Perancangan *Hardware*

Hardware merupakan komponen utama pada perancangan *stabilizer* yang terdiri dari beberapa bagian blok yang memiliki fungsi kerja yang penting.

3.3.1.1 Alat dan Bahan

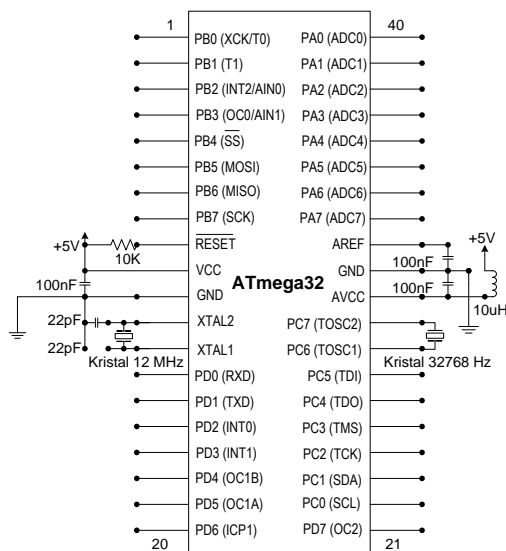
Pada skripsi ini, alat yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan alat adalah :

1. Sistem minimum Mikrokontroler ATmega32
2. LCD karakter 16x2
3. Rangkaian motor servo

4. Rangkaian Sensor Tegangan
5. Rangkaian Autotransformator
6. Kabel konektor

3.3.1.1.1. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATmega32

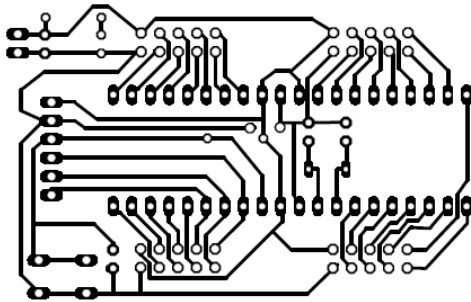
Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega32 terdiri dari rangkaian osilator dan reset seperti Gambar 3.2. Kecepatan proses yang dilakukan mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Rangkaian *clock* berfungsi sebagai *generator clock* yang digunakan untuk menjalankan mikrokontroler. Rangkaian *clock* dirancang berdasarkan ketentuan yang ada pada *datasheet* AVR Atmega 16. Nilai C1 dan C2 yang diberikan yaitu 22 pF \pm 10 pF. Untuk nilai kristal, mikrokontroler ATmega32 memiliki *range* frekuensi *clock* antara 0-16 MHz dan karena mikrokontroler dituntut untuk melakukan kinerja maksimal maka nilai kristal yang diberikan adalah 12MHz. Layout rangkaian ditunjukkan oleh Gambar 3.3 dan tata letak komponen diperlihatkan pada Gambar 3.4.



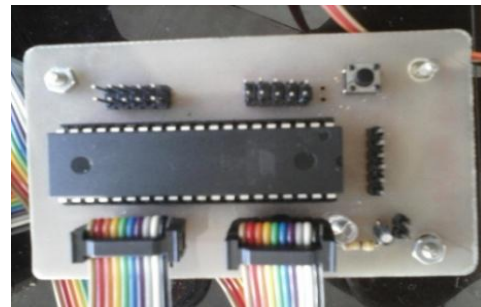
Gambar 3.2. Rangkaian Sistem Minimum

Rangkaian reset digunakan untuk mereset mikrokontroler sehingga proses bisa dijalankan mulai dari awal. Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian *power off reset*, yaitu *reset* yang terjadi pada saat sistem pertama kali

mendapatkan logika 0. *Reset* juga dapat dilakukan secara manual dengan menekan tombol yang berupa *switch*.



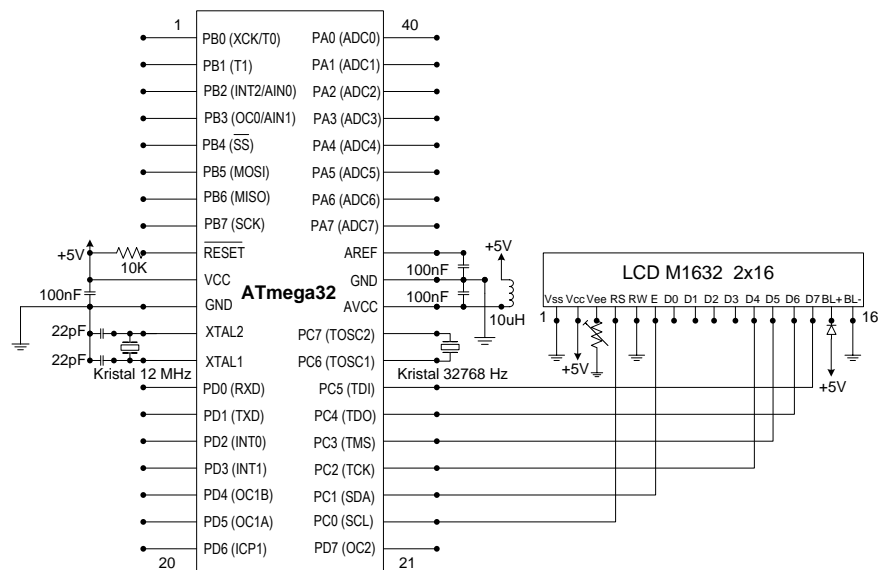
Gambar 3.3 Lay Out system minimum



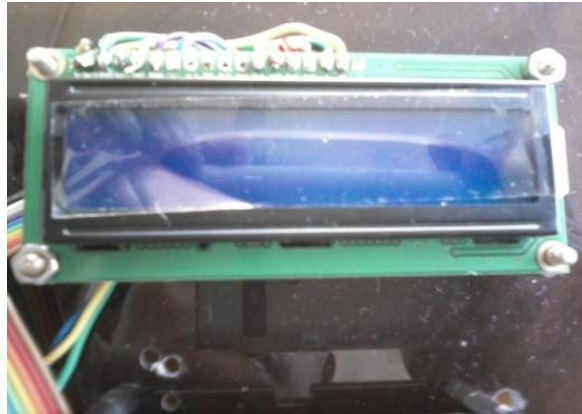
Gambar 3.4 Rangkaian jadi Sistem Minimum

3.3.1.1.2 Rangkaian LCD

LCD berfungsi sebagai alat bantu penampil nama atau pun tegangan. LCD yang digunakan adalah M1632 dengan tampilan 16 karakter x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah. Penulisan data ke register perintah pada LCD ini menggunakan *mode 4 bit interface*, bus data yang digunakan adalah DB4, DB5, DB6, dan DB7. Jalur yang digunakan LCD untuk menerima masukan dari mikrokontroler adalah pin 7 sampai pin 14 yang dihubungkan dengan port C pada mikrokontroler, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Bentuk fisik dari perangkat LCD ditunjukkan oleh Gambar 3.6.

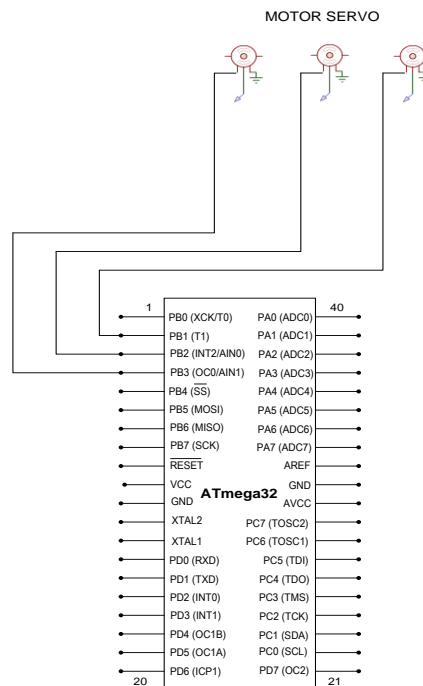


Gambar 3.5. Rangkaian LCD pada Mikrokontroler



Gambar 3.6 LCD pada Mikrokontroler

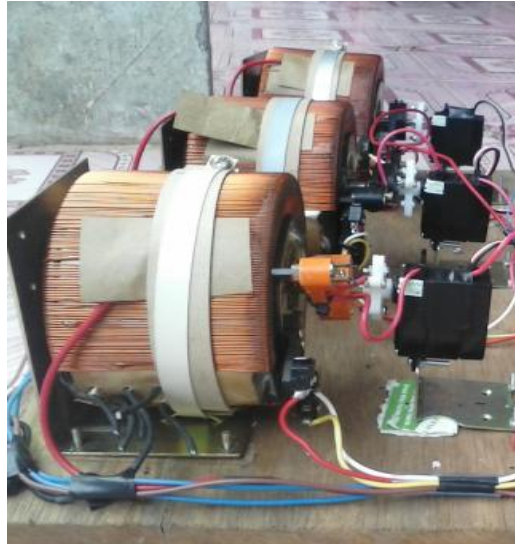
3.3.1.1.3 Rangkaian Motor Servo



Gambar 3.7. Rangkaian Motor Servo pada Mikrokontroler

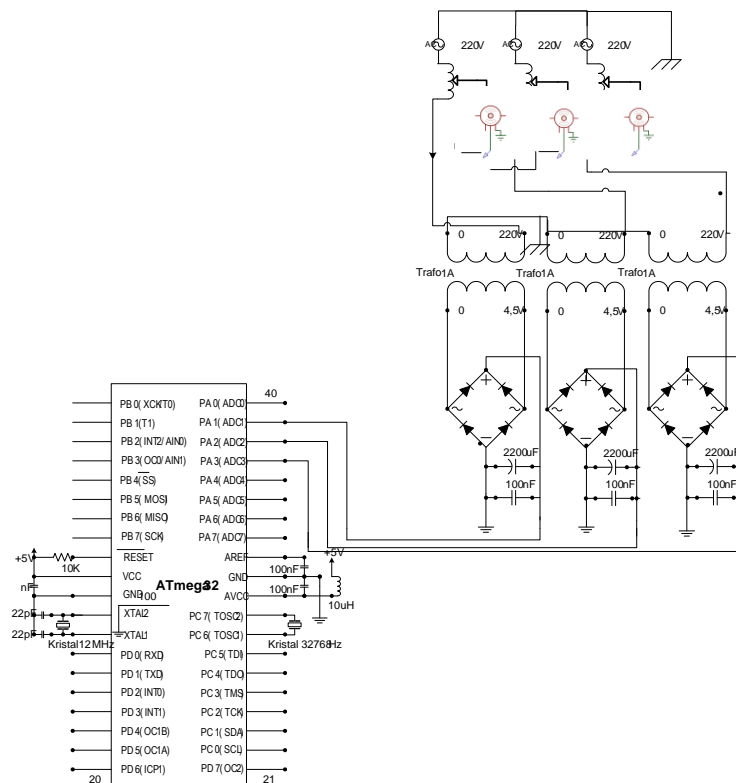
Rangkaian motor servo merupakan rangkaian dari motor servo yang berfungsi sebagai pemindah *tap* dari autotransformator. Pemindahan *tap* autotransformator tersebut akan menghasilkan tegangan keluaran yang sesuai tegangan 218V sampai 222V. Motor servo terhubung pada Port B pada rangkaian mikrokontroler. Motor servo mempunyai tiga masukan yaitu *input*, *vcc*, *ground*. Jika mikrokontroller diberikan logika 1 (*high*) pada salah satu *inputan* motor servo

maka motor servo tidak berkerja sedangkan jika mikrokontroler diberikan logika 0 (*low*) maka servo berkerja sesuai fungsi yang dibutuhkan oleh motor servo seperti yang terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.8 Motor Servo yang terpasang pada As Autotrafo

3.3.1.1.4 Rangkaian Sensor Tegangan

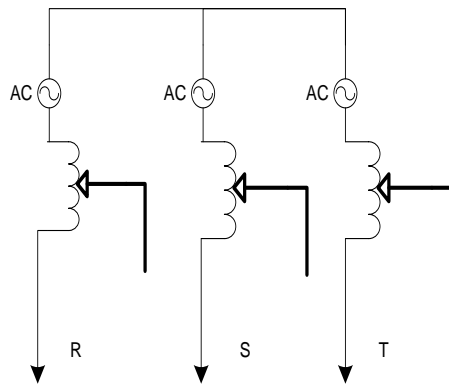


Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian sensor tegangan merupakan rangkaian yang berfungsi untuk memberikan koreksi kepada sistem kendali jika tegangan keluaran yang diperoleh pada keluaran autotransformator tidak berada pada $218V < V < 222V$. Rangkaian pada Gambar 3.9 terlihat seperti rangkaian adaptor biasa, terdiri atas satu buah trafo satu fasa, empat dioda satu fasa tipe IN4001 dan kapasitor 4700uF/16V. Rangkaian sensor tegangan bekerja dengan cara membandingkan keluaran autotransformator dengan keluaran sensor, jika tegangan keluaran pada keluaran autotransformator 220 VAC maka keluaran sensor tegangan tersebut adalah 4,5 VDC, jika tegangan keluaran autotransformator kurang dari 220 VAC maka tegangan keluaran sensor tegangannya akan kurang dari 4,5 VDC. Begitu seterusnya, terjadi secara linear.

3.3.1.1.5 Rangkaian Autotransformator

Rangkaian autotransformator merupakan perangkat utama dari penelitian ini, rangkaian ini merupakan rangkaian final (terakhir) yang bertugas untuk mengeksekusi besar tegangan yang diinginkan. Proses perubahan tegangan terjadi akibat pergeseran *tap* autotransformator yang dilakukan oleh motor servo.



Gambar 3.10 Rangkaian autotransformator

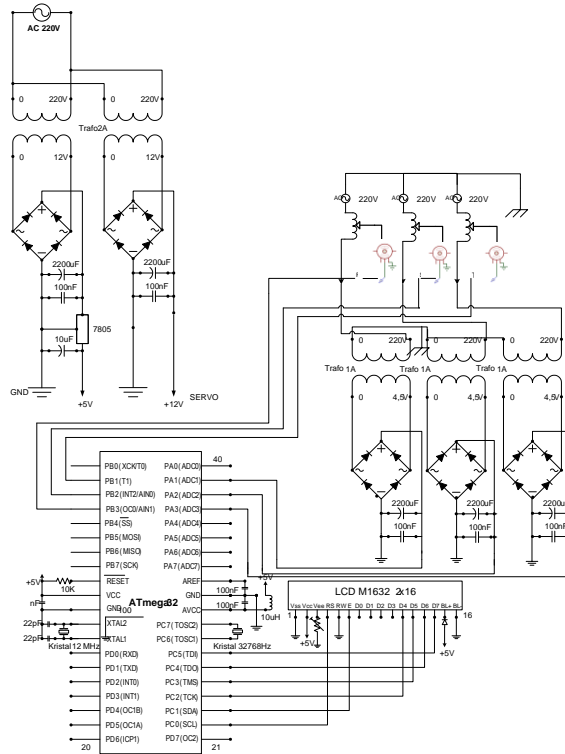


Gambar 3.11 Bentuk fisik Autotrafo

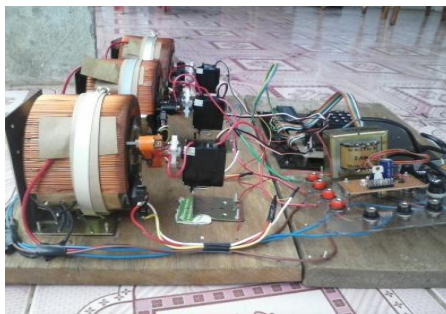
3.3.1.1.6 Rangkaian Keseluruhan

Gambar 3.12 merupakan rangkaian keseluruhan dari beberapa blok rangkaian, pada gambar 3.13 (b) terlihat ada blok rangkaian power suplai, blok

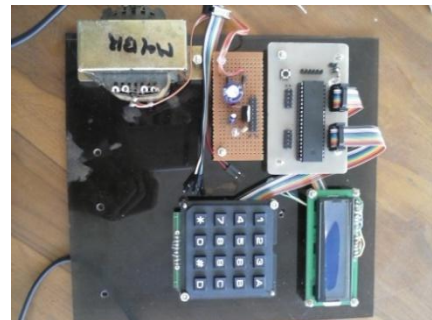
rangkaian motor servo dan juga blok rangkaian LCD, yang masing – masing mempunyai fungsi yang telah dijelaskan diatas.



Gambar 3.12 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 3.13 (a) Rangkaian Keseluruhan



(b) Rangkaian Pengendali

3.3.2 Perancangan Software

Setelah melakukan perancangan sekaligus pembuatan *hardware*, maka hal yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan perancangan *software* sebagai kendali motor servo. Perancangan *software* yang dilakukan adalah dengan logika *if* atau lazim digunakan pemisalan. Langkah pertama yang dilakukan adalah

mendeklarasikan besaran – besaran maupun nama satuan ataupun istilah yang akan digunakan pada *software* yang akan dibuat atau biasa dikenal inisialisasi alat.

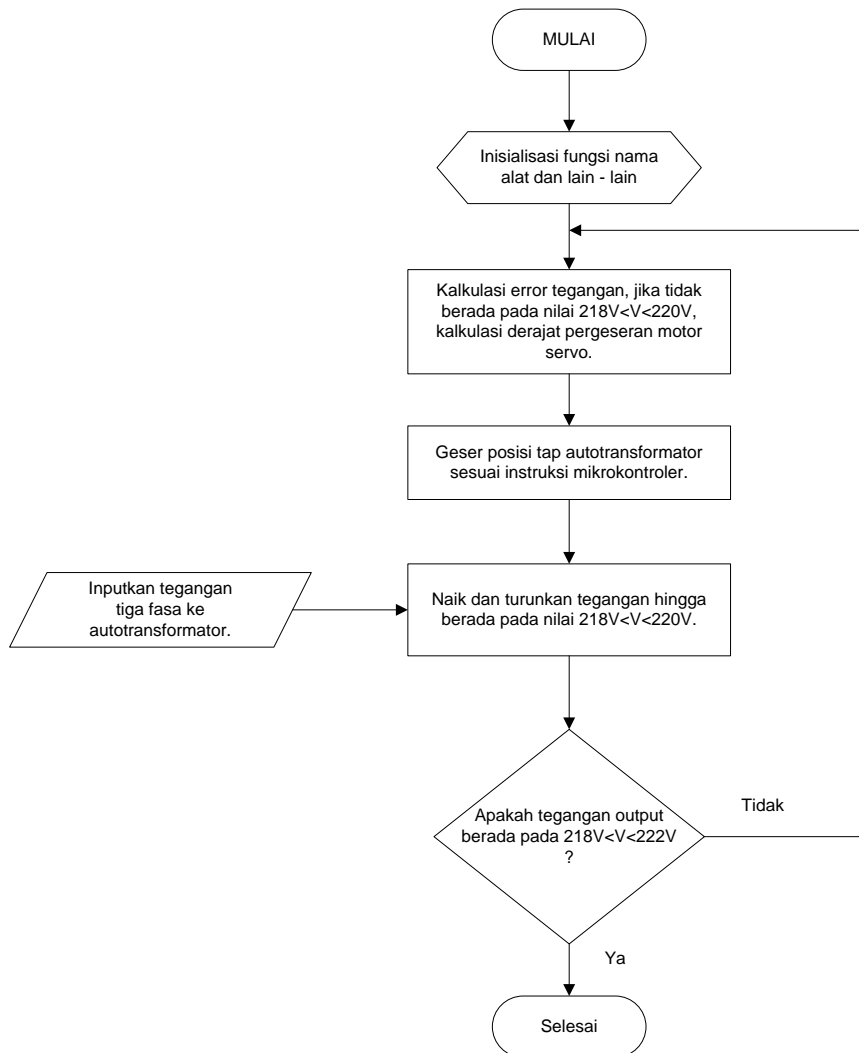
```
$regfile = "m32def.dat"
$crystal = 12000000
'-----
'DEKLARASI KONFIGURASI MOTOR SERVO
'-----
Config Servos = 3 , Servo1 = Portd.7 , Servo2 = Portd.6 , Servo3 =
Portd.5 , Reload = 10
Config Portd = Output

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 =
Portb.6 , Db7 = Portb.7 , E = Portb.2 , Rs = Portb.0

Config Lcd = 16 * 2
Cursor Off

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Start Adc
Enable Interrupts
```

Gambar 3.14 menunjukkan bagaimana *software* pengendali tersebut melakukan proses mulai dari pembacaan tegangan hingga memberikan instruksi kepada motor servo untuk bergerak sejauh derajat tertentu sampai tegangan pada autotransformator berada di *range* 218V sampai 222V. Pada Gambar 3.14 dijelaskan bahwa pertama rangkaian dinyalakan dan proses selanjutnya alat disuplai tegangan tiga fasa, sensor membaca tegangan, pada keadaan tersebut sensor akan memberikan *error* besar tegangan yang terdapat pada keluaran autotransformator, jika tegangan yang terbaca <218V maka *software* akan memberi instruksi kepada motor servo untuk menggeser tap autotransformator. Begitupun juga jika tegangan yang terbaca >222V, maka *software* akan memberi instruksi kepada motor servo untuk menggeser *tap* autotransformator. Terakhir, ketika tegangan berada ada pada *range* 218<V<222 maka proses akan selesai.

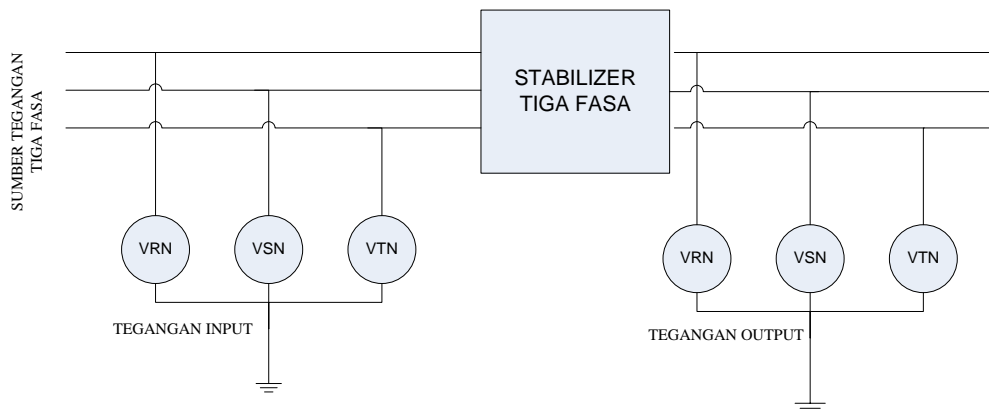


Gambar 3.14 Diagram Alir

3.4. Pengujian *Stabilizer* Tiga Fasa Dengan Penggerak Motor Servo

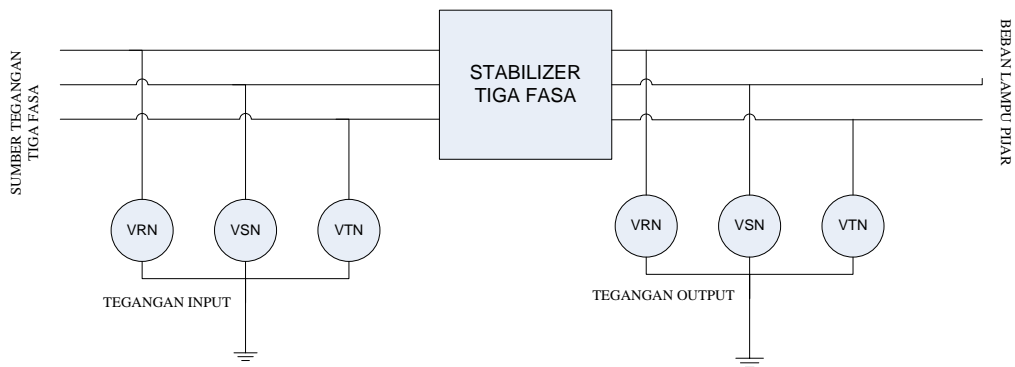
Pengujian yang akan dilakukan terdiri atas:

1. Pengujian karakteristik autotransformator
 - a. Tegangan *input* terhadap posisi *tap* autotransformator
 - b. Tegangan *input* terhadap posisi motor servo
2. Pengujian karakteristik sensor tegangan
3. Pengujian tanpa beban dengan pengendalian.



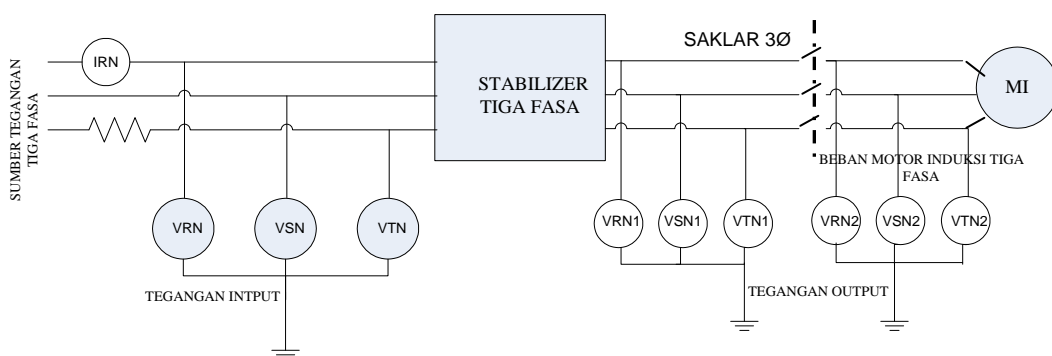
Gambar 3.15 Rangkaian Pengujian Tanpa Beban

4. Pengujian berbeban dengan pengendalian.



Gambar 3.16 Rangkaian Pengujian Berbeban

5. Pengujian dengan tegangan *input* tidak seimbang dengan pengendalian.



Gambar 3.17 Rangkaian Pengujian Dengan Sumber Tidak Seimbang