RANCANG BANGUN ALAT PENGATUR KECEPATAN MOTOR UNIVERSAL PADA SEWING MACHINE MOTOR

Tugas Akhir

Diajukan sebagai persyaratan kelulusan Studi Diploma Tiga (D3)
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Disusun oleh :

Nama : Titis Wijatmiko
NIM : 5351303020
Prodi : Teknik Elektro Diploma III
Jurusan : Teknik Elektro

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2007

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul "Rancang Bangun Alat pengatur Kecepatan Motor Universal Pada Sewing Machine Motor" ini telah dipertahankan di hadapan sidang penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 22 Februari 2007

Pembimbing

Drs. Agus Murnomo, M.T
NIP. 131 616 610

Penguji II

Drs. Agus Murnomo, M.T
NIP. 131 616 610

Penguji I

Drs. Subiyanto, M.T
NIP. 130 687 603

Ketua Jurusan,

Drs. Djoko Adi Widodo, M.T
NIP. 131 570 064

Ketua Program Studi,

Drs. Agus Murnomo, M.T
NIP. 131 616 610

Dekan,

Prof. Dr. Soesanto
NIP. 130875753

ABSTRAK

Titis Wijatmiko (2007).***Rancang Bangun Alat Pengatur Kecepatan Motor Universal Pada Sewing Machine Motor*** . Tugas Akhir, Teknik Elektro D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Pertumbuhan pesat dunia perindustrian membutuhkan peralatan proses produksi maupun pendukungnya yang menggunakan motor, baik motor AC maupun DC. Motor universal merupakan motor yang dapat beroperasi dengan menggunakan sumber tegangan AC maupun DC. Hal ini disebabkan karena sudut momen putar dibuat tetap oleh sikat dan biasanya pada nilai optimum 90^0.

Alat yang digunakan sebagai pengatur kecepatan putaran motor adalah rangkain thyristor daya (pengubah tegangan AC). Pada pengubah tegangan AC pengaturan putaran motor dilakukan dengan mengubah tegangan sumber tegangan input, rangkaian ini hanya terdiri satu blok yang memanfaatkan sebuah triac yang mendapatkan trigger/penyulutan tegangan pada gatenya oleh diac. Dari perubahan tegangan AC maupun frekuensi tersebut maka kecepatan putaran motor dapat dikontrol.

Hasil uji coba alat bahwa pada tegangan 100Volt / 50Hz – 215 Volt /50 0Hz terjadi kenaikan kecepatan putaran motor sebesar 53,07% (dari 8855 RPM – 14690 RPM). Dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu mengubah kecepatan putaran motor tersebut, semakin besar tegangan yang diberikan kepada motor maka makin besar kecepatan putarnya. Dan juga sebaliknya semakin kecil tegangan yang diberikan kepadanya, maka semakin rendah pula kecepatannya

Sebagai saran, bagi pembaca yang ingin membuat pengatur kecepatan motor listrik 1 fasa sebaiknya digunakan komponen-komponen elektronika yang berkualitas dan melalui perencanaan yang lebih matang sehingga diperoleh hasil pengukuran yang lebih optimal.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

» Motto

- *"barang siapa akan bersungguh sungguh pasti akan berhasil" (hadis)*
- *"hari ini harus lebih baik dari hari kemarin, dan hari esok harus lebih baik dari hari ini"*
- *"Janganlah selalu bergantung pada "sesuatu", karena apa yang akan kita lakukan apabila "sesuatu itu telah tiada".*

» Persembahan

Seiring rasa syukur dan atas ridho-Mu, Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:

- *Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan nikmatnya*
- *Ayah dan Ibu tercinta atas kasih sayang dan dukungannya yang tak terhingga*
- *Adik-adikku tercinta, dan semua keluarga dimanapun berada*
- *Teman-teman TIL D3 2003(andika, dedy natalia, kamid, arif, wahyu, sigit, ridho, asrof, jefry,amir, edy dan semuanya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu)*
- *Teman-temanku semua dimanapun berada*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul "Rancang bangun alat pengatur kecepatan motor induksi 1 fasa jenis rotor sangkar"

Selama penyusunan laporan ini penulis telah banyak menerima bantuan baik dalam persiapan, penyusunan dan penulisan laporan ini dari banyak pihak. Dengan rasa homat penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yth. Bapak Prof. Dr. Soesanto selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
2. Yth. Bapak Drs. Djoko Adi Widodo, M.T selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang
3. Yth. Bapak Drs. Agus Murnomo, M.T selaku ketua program studi Teknik Elektro Diploma Tiga dan dosen pembimbing dalam penyusunan laporan ini.
4. Dosen dan karyawan dilingkungan Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
5. Ayah dan ibu tercinta yang telah memberikan kasih sayang dan doa restu.
6. Teman – teman TIL 2003 yang telah berbagi ilmu dan pengalaman berharga.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pembuatan Tugas Akhir.

Tak ada yang sempurna di dunia ini, begitu juga dalam penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, kritik dan saran yang bersifat membangun demi

kesempurnaan laporan ini akan diterima dengan senang hati. Sehingga diharapkan laporan ini dapat berguna bagi para pembaca untuk memperluas dan menambah ilmu pengetahuan.

Semarang, Februari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ……..……. i

HALAMAN PENGESAHAN …… ii

ABSTRAK ……. iii

MOTTO DAN PERSEMBAHAN …… iv

KATA PENGANTAR …… v

DAFTAR ISI …….. vii

DAFTAR GAMBAR ……. x

DAFTAR TABEL ……. xi

DAFTAR LAMPIRAN …… xii

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang ……..……... 1

B. Perumusan Masalah ……..……..…… 2

C. Batasan Masalah .....…… 2

D. Tujuan .....……. 3

E. Manfaat .....……. 3

F. Sistematika Laporan 4

BAB II. LANDASAN TEORI

A. Motor Universal.....…….….. 5

1. Pengertian 5

2. Karakteristik Motor Universal 7

B. Pengaturan Kecepatan .....……..……...…… 10

1. Definisi Pengatur kecepatan 10

a. Motor kecepatan banyak 11

b. Penggerak kecepatan variabel 12

c. Pengendali motor induksi rotor lilit 14

d. Pengontrol motor DC 16

2. Pengaturan Putaran Motor Universal 18

C. Diac dan triac sebagai pengontrol motor AC .....…….…..… 18

D. Komponen pengatur tegangan AC 20

1. Resistor 20

2. Kapasitor 22

3. Diac 24

4. Triac 25

BAB III. METODE PEMBUATAN

A. Perancangan alat .....……..... 28

1. Persiapan Alat dan Bahan 28

2. Proses Pembuatan PCB 29

3. Pemasangan Komponen dan perakitan 31

B. Rangkaian Pengubah Tegangan AC ……... 32

C. Prinsip Kerja Rangkaian …… 33

BAB IV. PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan Peralatan ……...……..…… 34

B. Ketelitian dan Ketepatan dalam Pengujian ……. 35

C. Langkah-langkah pengujian …… 36

D. Hasil Pengujian ……... 37

1. Pengujian kecepatan putaran motor 37

2. Pengujian Arus..... 38

3. Pengukuran bentuk gelombang 39

E. Pembahasan …… 41

1. Pengaruh perubahan tegangan terhadap

kecepatan putaran motor ……... ……..... 41

2. Pengaruh perubahan tegangan terhadap arus motor …..... 44

3. Pengaruh bentuk gelombang yang dihasilkan 45

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan …….…. .. 46

B. Saran ……..….. 47

DAFTAR PUSTAKA …….…... 48

LAMPIRAN ……..…….…… 49

DAFTAR GAMBAR

Hal

Gambar 2.1 Karakteristik kecepatan motor universal …….....……...… 7

Gambar 2.2 Hukum tangan kiri .....…….....…… 8

Gambar 2.3 Motor dihubungkan dengan tegangan AC ...….....…....…... 9

Gambar 2.4 Pengontrol kecepatan dari motor induksi Rotor lilit yang menggunakan tahanan 14

Gambar 2.5 Regulator medan DC .....……..…..... 16

Gambar 2.6a Rangkain kontrol dengan diac dan triac 18

Gambar 2.6b Bentuk arus beban dan arus gate ……...……..…..... 19

Gambar 2.7 Simbol Resistor ...…….....…..... 20

Gambar 2.8 Simbol Kapasitor..... 22

Gambar 2.9a Susunan *Diac* .....……..... 23

Gambar 2.9b Simbol *Diac*..... 23

Gambar 2.10a Susunan triac..... 24

Gambar 2.10b Simbol triac..... 24

Gambar 2.10c Karakteristik triac..... 25

Gambar 2.10d Triac keadaan forward 25

Gambar 2.10e Triac keadaan reverse..... 25

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data kecepatan putaran motor universal dengan merubah tegangan sumber pada frekuensi 50 Hz 37

Tabel 4.2 Hubungan antara tegangan dengan arus motor 37

Tabel 4.3 Bentuk gelombang pada rangkaian pengatur tegangan AC..... 38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. gambar alat .....

Lampiran 2. data sheet IC CD4047BC .....

Lampiran 3. data sheet Transistor NPN (2N3055} .....

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan pesat dunia perindustrian membutuhkan peralatan proses produksi maupun pendukungnya yang menggunakan motor, baik motor DC maupun AC yang bekerja dengan kecepatan putar konstan maupun yang bervariasi dengan pengasutan langsung maupun pengasutan bertingkat untuk menghindari arus pengasutan yang terlalu tinggi pada motor.. Terdapat bebrapa metode untuk mengatur kecepatan putaran motor

Motor universal merupakan motor listrik yang dapat beroperasi dengan menggunakan sumber tegangan AC maupun DC.karena pada dasarnya motor universal adalah suatu motor seri yang mempunyai kemampuan bekerja pada tegangan AC maupun DC. Hal ini disebabkan karena sudut momen kakas dibuat tetap oleh kedudukan sikat dan biasanya pada nilai optimum 90^0.

Pengaturan kecepatan motor universal dapat dilakukan dengan mengatur tegangan masukan pada motor universal tersebut. Untuk menghasilkan tegangan AC pada motor universal maka harus digunakan sumber AC, dan salah satu pengaturan kecepatan motor universal dengan menghasilkan tegangan yang bervariasi maka dapat digunakan dengan menggunakan rangkaian thyristor daya .Dengan adanya pengaturan tersebut, maka arus starting atau arus awal motor tidak terlalu tinggi .

Karena latar belakang itulah memacu untuk merancang dan membuat alat pengaturan kecepatan motor universal dengan menggunakan thiristor (Triac-Diac) sebagai pegatur tegangan AC.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang identifikasi masalah, permasalahan yang dapat diambil adalah:

1. Bagaimana pengaruh perubahan tegangan sumber masukan motor terhadap kecepatannya motor induksi ?
2. Bagaimana hubungan tegangan terhadap arus starting saat motor dijalankan?
3. Bagaimana perubahan bentuk gelombang yang terjadi?

C. Pembatasan Masalah

Untuk mengatasi permasalahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini maka pokok permasalahan yang akan dibahas:

1. Spesifikasi motor universal
   a. Jenis : sewing machine motor
   b. Type : DY-803C
   c. Daya 120 watt 0,6 ampere
   d. Tegangan masukan 110 volt / 220 volt
   e. Frekuensi keluaran 50Hz – 60Hz

2. Spesifikasi pengatur tegangan AC sebagai pengatur tegangan sumber
   a. Tegangan masukan 220 volt / 50 Hz
   b. Tegangan keluaran 125 volt - 220 volt
   c. Frekuensi keluaran 50Hz

D. Tujuan

1. Mengetahui pengaruh perubahan tegangan sumber terhadap kecepatan putaran motor.
2. Menghindari arus starting atau arus awal motor yang terlalu tinggi saat motor dijalankan.

E. Manfaat

Adapun manfaat yang ingin diberikan dari pembuatan alat ini adalah :

1. Memberikan pengalaman dalam membuat alat pengatur kecepatan motor listrik 1 fasa serta bekal yang dapat diimplementasikan dalam dunia kerja.
2. Memudahkan untuk memperoleh variasi kecepatan putaran motor yang lebih beragam untuk konsumen maupun lingkungan industri .

F. Sistematika Laporan

Sistematika laporan tugas akhir terdiri dari tiga bagian, yaitu:

1. Bagian awal

   Bagian ini terdiri dari halaman judul, halaman pengesahan, motto dan persembahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian isi terdiri dari:

   BAB I PENDAHULUAN

   Bab ini berisi latar belakang penulisan tugas akhir, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika laporan.

   BAB II LANDASAN TEORI

   Berisi tentang dasar teori yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat pengatur kecepatan motor induksi 1 fasa.

   BAB III PEMBUATAN ALAT

   Bab ini berisi tentang perancangan setiap blok rangkaian dan proses pembuatan alat dari awal sampai akhir hingga alat siap diujicoba.

   BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

   Bab ini berisi deskripsi kerja alat, cara pengoperasian, dan pembahasan.

   BAB V PENUTUP

   Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

3. Bagian akhir

   Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Motor Universal

1. Pengertian

Motor didefinisikan sebagai sebuah benda atau alat konversi energi, sedangkan motor listrik dapat didefinisikan sebuah benda atau alat yang mampu menkonversi atau mengubah energi , yaitu dari energi listrik menjadi energi mekanik yang memiliki kecepatan tertentu melalui proses elektro magnet. Motor listrik memiliki jenis yang beragam. Dari suplay motor dibedakan menjadi dua yaitu motor AC (alternating current) dan motor DC (direct current), kemudian berdasarkan sumber energi listrik AC motor listrik dapat dibedakan menjadi motor AC tiga fasa dan motor AC satu fasa.

Kerja motor Seri AC sangat menyerupai motor seri DC, kecepatan menjadi tinggi dengan berkurangnya beban. Dalam motor seri yang sangat kecil, rugi-rugi biasanya cukup besar pada keadaan tanpa beban untuk membatasi kecepatan pada suatu nilai tertentu. Untuk arus jangkar yang besar, kopelnya pun juga besar, sehingga memberikan kopel awal yang baik. Karena reaktans induktif berbanding lurus dengan frekuensi, maka karakteristik kerja motor AC seri lebih baik pada frekuensi yang lebih rendah. Beberapa motor seri dibuat dalam ukuran yang besar untuk melayani traksi yang besar dan dirancang untuk frekuensi yang rendah, yakni 25 Hz atau kurang. Akan tetapi

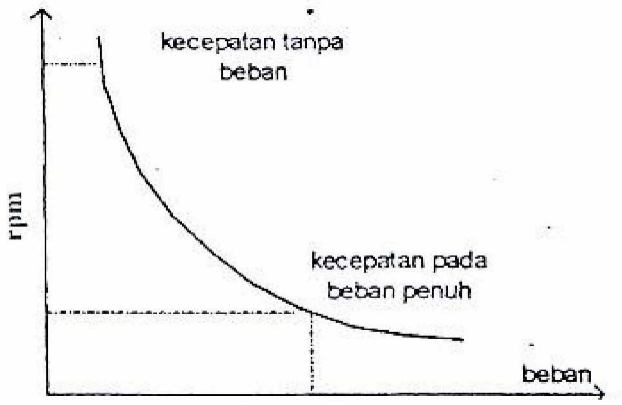
motor AC seri yang mempunyai ukuran sepersekian daya kuda dirancang agar bekerja dengan baik pada frekuensi 50 atau 60 Hz. Untuk beberapa pemakaian diinginkan penggunaan motor seri yang dapat bekerja pada rangkaian AC maupun DC.

Dengan rancangan sedemikian rupa, motor seri dibuat agar beroperasi dengan baik pada frekuensi 50-60 Hz atau pada tegangan DC 115 atau 230 V. Oleh sebab itu, suatu motor seri demikian biasanya disebut ***motor universal***. Motor universal merupakan suatu motor seri yang mempuanyai kemampuan untuk bekerja dengan sumber tegangan AC.ataupun DC. Hal ini disebabkan sudut moment kaks dibuat tetap oleh kedudukan sikat dan biasanya pada nilai optimum 90^0.

Motor universal umumnya daya kisarnya antara 10 sampai dengan 300 Watt. Motor universal termasuk dalam motor 1 fasa karena pada motor tersebut dimasukan teganggan satu fase. Namun dalam praktik, sering dijumpai motor satu fase dengan lilitan 2 fase. Dikatakan demikian karena didalam motor satu fase lilitan statornya terdiri atas 2 jenis lilitan, yaitu lilitan pokok danb lilitan bantu. Kedua jenis lilitan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga arus yang mengalir pada masing-masing lilitan mempuanyai perbedaan fasa. Dengan kata lain bahwa arus yang mengalir pada lilitan pokok dan lilitan bantu tidak sefasa. Motor 1 fasa disebut motor fasa belah.

2. Karakteristik Motor Universal

Motor universal mempunyai karakteristik seri karena berputar pada kecepatan rata-rata bila bebannya juga rata-rata, dan apabila bebannya dikurangi maka kecepatannya akan naik. Motor ini mempunyai sifat sifat-sifat yang sama seperti motor DC seri. Pada pembebanan ringan motor berputar dengan cepat dan menghasilkan kopel yang kecil. Tetapi pada keadaan pembebanan yang berat, maka motornya berputar secara perlahan-lahan dengan torsi yang besar. Jadi, motor mengatur kecepatannya sesuai dengan beban yang dihubungkan ke motor tersebut. Motor jenis ini banyak ditemui antara lain pada: dinamo mesin jahit rumah, mesin bor, mixer, dan lainnya.



Gambar 2.1 karakteristik kecepatan motor universal.

Untuk motor yang sama bila dihubungkan sumber tegangan AC umumnya didapatkan putaran lebih tinggi. Putaran motor universal biasanya tinggi, apalagi dalam keadaan tanpa beban (lihat gambar2.1). Maka dari itu,

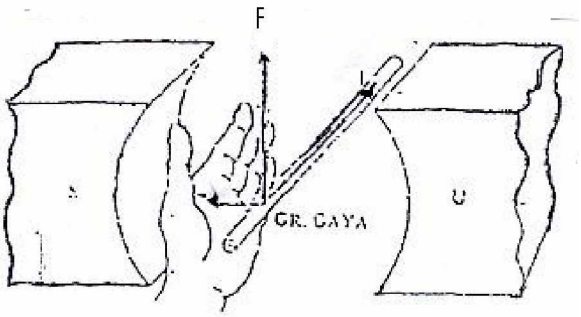
biasanya motor universal dihubungkan langsung dengan beban sehingga putaran motor yang tinggi bisa berkurang dengan pembebanan tersebut.

Prinsip kerja motor universal mudah dimengerti dibandingkan dengan prinsip kerja motor DC. Berdasarkan persamaan torsi

$$T = k\, I_a\, \phi$$

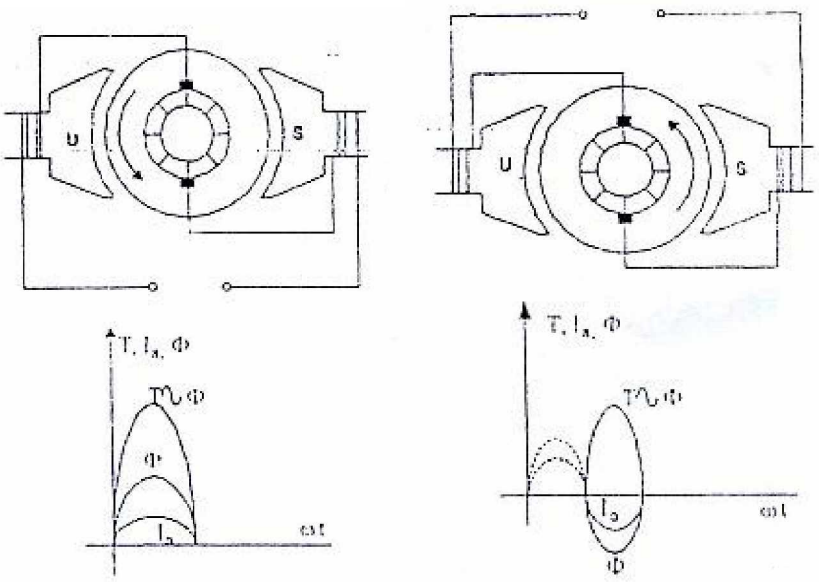
dengan : T = momen kopel (Nm)
k = angka konstanta pembanding
I_a = arus jangkar (ampere)
ϕ = fliks magnet (kg/A.s^2 atau tesla)

Bila motor dihubungkan dengan sumber tegangan AC, pada saat ½ periode positif (gambar 2.3a), motor berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Pada ½ periode negatif (gambar 2.3b), dan menurut "hukum tangan kiri" dinyatakan: apabila tangan kiri terbuka diletakkan diantara kutub U dan S, maka garis-garis gaya yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kiri dan arus didalam kawat mengalir searah dengan arah keempat jari, sehingga kawat tersebut akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan ibu jari, seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hukum tangan kiri

Motor tetap berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam, karena perubahan arah arus pada kumparan penguat saatnya bersamaan dengan perubahan arah arus pada rotor. Dalam hal ini arus jangkar menjadi negatif ($-I_a$) dan fluks magnet menjadi ($-\phi$). Jadi $T = k\ (-I_a)\ (-\phi)$ nilainya tetap sama dengan keadaan pertama (positif). Dengan demikian, meskipun dihubungkan dengan sumber tegangan AC, arah putaran tidak berubah.



(a) saat ½ periode positip (b) saat ½ periode negatif

Gambar 2.3 Motor dihubungkan dengan tegangan AC

Bila arus bolak balik diberikan pada motor universal, kuat medan stator dan rotor akan berubah-ubah dalam fasa waktu yang tepat. Keduanya akan berubah arah pada saat yang sama, akibatnya torsi akan selalu pada arah yang sama meskipun terjadi pembentukan sinyal magnetis dua kali frekuensi

jala-jala listrik. Torsi rata-rata akan dihasilkan, dan penampilan motor universal AC umumnya akan serupa dengan motor universal jenis DC.

Karakteristik motor universal AC dan DC cukup berbeda karena dua alasan:

a. Motor universal dengan sumber tegangan AC, tegangan reaktans jatuh didalam medan dan gandar kumparan menyerap sebagian tegangan yang diberikan. oleh sebab itu, torsi dan arus ggl lawan perputaran yang dibangkitkan pada gandar kumparan lebih kecil dan kecepatannya cenderung menjadi lebih rendah dibandingkan dengan sumber tegangan DC.

b. Dengan sumber teganga AC, rangkaian magnetis menjadi cukup jenuh pada puncak gelombang arus, dan nilai rms fluks menjadi lebih kecil dibandingkan dngan sumber tegangan DC. Pada nilai rms yang sama, torsi cenderung lebih kecil dan kecepatannya lebih tinggi dengan sumber tegangan AC dibandingkan dengan sumber tegangan DC.

B. Pengatur Kecepatan

1. Definisi pengaturan putaran

Pengatur Kecepatan atau speed kontrol merupakan suatu peralatan yang bisa mengontrol kecepatan motor induksi satu fasa dengan sistem

pengontrolan dari luar. Disebut pengontrolan dari luar karena pengontrolan kecepatan menggunakan suatu rangkaian atau alat yang bukan dari bagian motor itu sendiri. Pengontrolan kecepatan ada yang dari dalam itu sendiri, yaitu dengan menggunakan sistem kopling. Tapi sistem motor kopling saat berada dalam kecepatan rendah mengalami penekanan yang kuat, sedangkan medan magnet berputar dalam motor masih sama, sehingga motor mengalami panas.

Penggunaan pengatur kecepatan sangat berguna berguna dalam kehidupan sehari-hari, seperti halnya pada perindustrian yang setiap alat yang berputar selalu berhubunga dengan motor. Oleh karena itu setiap hal yang berhubungan dengan karakteristik, efisiensi, dan perilaku motor yang menguntungkan maupun merugikan perlu dipelajari.

Faktor utama yang menentukan besarnya pembangkitan tegangan yang melawan arus pada motor adalah kecepatan. Karena itu semua motor cenderung menarik arus yang lebih besar selama periode pengasutan (arus awal) dibandingkan ketika motor berputar pada kecepatan kerja (arus jalan).

Sering kecepatan motor harus diubah untuk memenuhi permintaan beban. Pada pokoknya pengendali kecepatan motor dapat diklasifikasikan menjadi empat bagian, yaitu:

a. Motor kecepatan banyak

Motor indusi dengan lilitan kecepatan banyak cocok untuk pemakaian yang memerlukan kecepatan sampai dengan empat kecepatan yang

berbeda. Kecepatan ini dipilih dengan menghubungkan lilitan pada konfigurasi yang berbeda dan sangat konstan pada tiap-tiap penyetelan. Motor kecepatan banyak ada dua jenis kecepatan yang utama, yaitu: motor lilitan terpisah dan motor berurutan. Sering ditemukan pada kipas ventilasi dan pompa.

b. Penggerak kecepatan variabel

Penggerak kecepatan variabel digunakan untuk menyeediakan kontrol kecepatan dengan proses rentang. Penggerak kecepatan variabel dapat ditunjuk dengan variasi nam, misalnya: penggerak kecepatan yang dapat diatur, penggerak penggerak frekuensi yang dapat diatur, dan inverter frekuensi variabel.

Penggerak kecepatan variabel dengan listrik adalah sistem listrik yang disusun dari motor, pengontrol operator (manual atau otomatis). Alat ini mampu mengatur kecepatan maupun torsi dari motor, pengontrol penggerak, dan pengontrol operator (manual atau otomatis).

Sistem penggerak listrik arus bolak-balik atau arus searah digunakan pada setiap pemakaian dimana pengendali pengasut sederhana dari motor tidak cukup.

Pengontrol penggerak adalah alat elektronik yang dapat mengontrol kecepatan, torsi dan arah dari motor AC atau DC. Fungsi kontrol umum yang berkaitan dengan penggerak kecepatan yang dapat diatur meliputi:

1) *Kecepatan yang diatur sebelumnya.* Kecepatan yang diatur sebelumnya menunjuk pada satu atau lebih kecepatan yang pas dimana penggerak harus bekerja.
2) *Kecepatan kerja*. Kecepatan kerja adalah ukuran kerja plat nama pembuat dimana motor akan membangkitkan horsepower kerja pada beban dan tegangan kerja. Pada penggerak DC, ini biasanya titik dimana tegangan jangkar penuh diberikan dengan penguat medan ukuran kerja. Pada sistem AC, biasanya titik dimana 50 Hz dipakai pada motor induksi
3) *Rentang kecepatan*. Rentang kecepatan berkisar dari kecepatan minimum sampai dengan kecepatan maksimum dimana motor harus bekerja dibawah kondisi beban torsi konstan atau variabel. Rentag kecepatan 50:1 untuk motor dengan kecepatan tertinggi 1800 rpm berarti motor harus beroperasi dengan kecepatan 36 rpm, dan masih bertahan didalam spesifikasi penghambat. Pengontrol mampu mengontrol rentang kecepatan yang lebih lebar dibandingkan dengan motor sebabtidak ada pembatas termal (hanya listrik).
4) *Pengaturan kecepatan.* Pengaturan kecepatan adalah ukuran numerik, dalam persen, mengenai seberapa akurat kecepatan motor dapat dipertahankan. Ini adalah persentase perubahan pada kecepatan antara beban penuh dan tanpa beban. Kemampuan penggerak mengoperasikan motor pada kecepatan antara beban penuh konstan

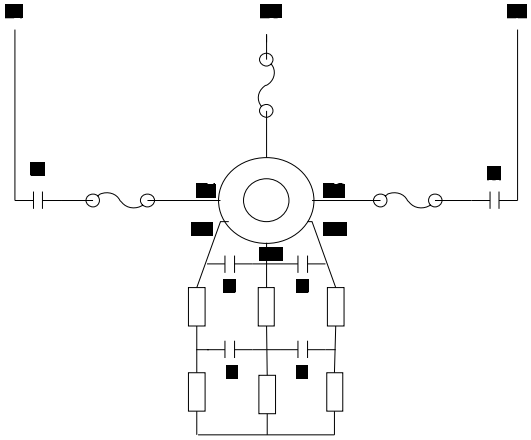
(dengan beban yang bervariasi) tanpa ”hunting” (dengan menambah kecepatan dan mengurangi kecepatan berganti-ganti). Ini dikaitkan dengan kedua karakteristik beban yang digerakkan dan konstanta listrik pada rangkaian penggerak pengatur.

5) *Pengontrol regeneratif.* Penggerak regeneratif terdiri dari kemampuan yang menurut aslinya dan atau semikonduktor daya pengontrol aliran daya untuk dan dari motor.

c. Pengendali motor induksi rotor lilit

Rotor motor dikonstruksi dengan lilitan yang dibawa keluar dari motor melalui slip ring pada poros motor. Lilitan tersebut dihubungkan pada pengontrol yang menempatkan tahanan variabel seri dengan lilitan. Dengan mengubah jumlah tahanan luar yang dihubungkan pada rangkaian rotor, kecepatan motor lilit yang paling umum dengan rentang 300 hp atau lebih.

Gambar 2.12 menunjukkan rangkaian daya untuk mengontrol motor rotor. Rangkaian terdiri dari pengasut magnetis (M), yang menghubungkan rangkaian primer dengan Iin, dan dua kontaktor akselerasi sekunder (S dan H), yang mengontrol kecepatan. Ketika bekerja pada kecepatan rendah, kontaktor S dan H keduanya membuka dan tahanan penuh diselipkan pada rangkaian kedua motor.



Gambar 2.4 Pengontrol kecepatan dari motor induksi Rotor lilit yang menggunakan tahanan

Keterangan :

R : Hambatan
H : Saklar H
S : Saklar S
M : Pengasut magnetis
L1-L3 : lilitan r, s, t

Apabila kontaktor S menutup, bagian dari tahanan total pada rangkaian diparalel, akibatnya kecepatan bertambah. Apabila kontaktor H menutup, maka semua tahanan pada rangkaian sekunder motor di bypass, jadi motor berputar pada kecepatan maksimum.

Kelemahan penggunaan tahanan pada kontrol kecepatan pada motor induksi rotor lilit adalah banyak panas yang didisipasi pada tahanan, karena itu efesiensinya rendah. Pengaturan kecepatan juga jelek, karena untuk tahanan tertentu kecepatan berubah sangat menyolok jika beban mekanis berubah.

d. Pengontrol motor DC

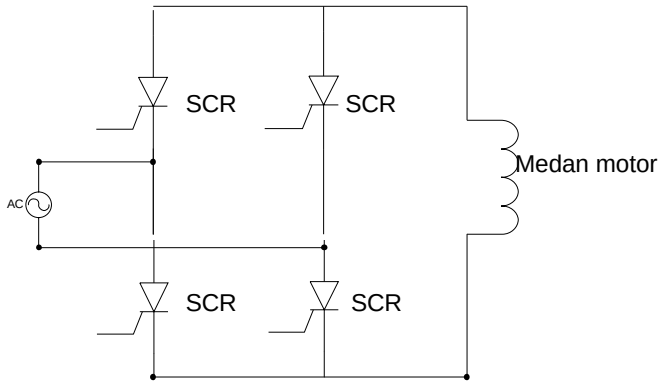
Teknologi penggerak DC adalah bentuk tertua dari pengaturan kecepatan listrik. Kecepatan motor DC adalah yang paling sederhana untuk dapat diatur dan dapat diatur pada rentang yang sangat luas. Karena kecepatan motor DC dapat diatur dengan mengubah tegangan pada jangkar, medan atau keduanya.

Pengatur tegangan jangkar dari motor DC menggambarkan metode pengatur kecepatan elektronik dengan variasi tegangan jangkar. Kecepatan motor berbanding langsung dengan tegangan yang diberikan pada jangkar. SCR adalah elemen pengatur daya utama rangkaian. Konduksi dari SCR dikontrol dengan pengaturan potensiometer referensi kecepetan, yang mengatur waktu ON dari SCR tiap setengah siklus positif dan juga pengatur tegangan yang diberikan pada jangkar.

Input AC diberikan langsung pada SCR, sebab SCR akan menyearahkan (mengubah menjadi arus searah) dan juga mengontrol tegangan. Penyearah jembatan digunakan untuk mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah yang diperlukan untuk rangkaian medab bekerja. Penggerak DC jangkar tegangan terkontrol adalah penggerak torsi konstan yang mempunyai kemampuan kerja torsi untuk setiap penambahan kecepatan sampai kecepatan kerja basis motor.

Penggerak DC medan tegangan terkontrol menyediakan horsepower konstan dan torsi variabel. Kelemahan medan adalah aksi pengurangan

arus yang diberikan pada medan shunt motor DC. Aksi ini memperlemah kekuatan medan magnet dan karena itu arus jangkar dan kecepatan bertambah. Gambar2.8 menggambarkan pengaturan medan motor DC yang digunakan untuk aplikasi medan tegangan terkontrol.



Gambar 2.5 Regulator medan DC

Selama operasi steady state normal, converter satu bertindak sebagai penyearah memberikan daya pada motor. Selama periode tersebut, pulsa gerbang disembunyikan dari converter dua sehingga tidak aktif. Apabila kecepatan motor dikurangi, rangkaian motor menyembunyikan pulsa pada converter satu dan secara serentak memberikan pulsa pada converter dua. Selama periode tersebut converter motor bertindak sebagai generator, dan konverter dua menghantarkan arus pada jangkar pada arah yang terbalik. Arus tersebut membalik torsi dan kecepatan motor turun dengan cepat.

Metode lain untuk menghasilkan regenerasi pada motor DC adalah pembalikan medan. Ini dicapai dengan pengubahan arah arus pada medan motor, yang membalik polaritas GGL lawan motor pada aksi generator.

2. pengaturan putaran motor universal

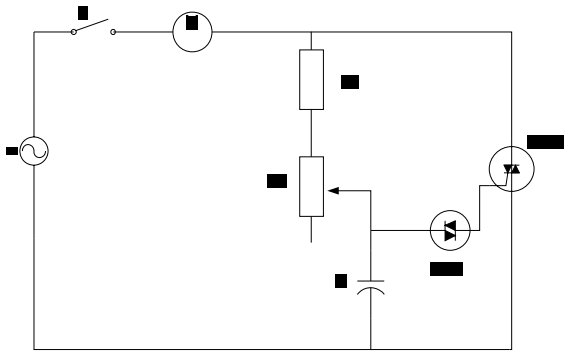
Pengaturan kecepatan motor universal adalah dengan cara mengatur besar tegangan yang diberikan kepada motor ini. Motor universal merupakan motor yang dapat bekerja dengan sumber tegangan AC maupun DC, sehingga pengaturan tegangannya pun dapat dilakukan dengan dua macam yaitu pengaturan dalam bentuk sumber tegangan AC dan pengaturan dalam bentuk sumber tegangan DC.

Semakin besar tegangan yang diberikan kepada motor universal ini, maka semakin besar pula kecepatan putarnya. Dan sebaliknya, semakin kecil tegangan yang diberikan kepadanya, maka semakin kecil pula kecepatannya. Pengaturan motor jenis ini termasuk dalam pengaturan motor solid state yaitu dengan menggunakan thyristor (Triac) sebagai pengatur tegangan.

C. Diac dan Triac sebagai pengontrol motor AC

Salah satu motor 1 fasa yang dapat diatur kecepatan putarannya adalah motor dengan kutub terlindung *(sheeding coil)*. Penggunaan dari motor sheeding coil antara lain menjalankan kipas angin dan alat pengering rambut.

Agar pengaturan kecepatan putaran motor tersebut efisien, maka digunakan komponen diac dan triac, lihat gambar 2.6a



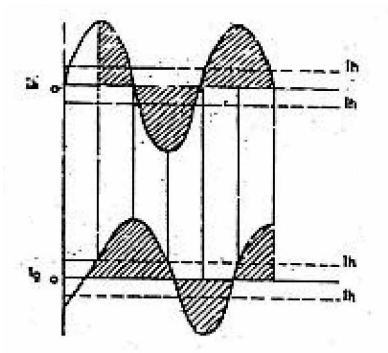
Gambar 2.6a Rangkain kontrol dengan diac dan triac

Cara kerja dari pengaturan diatas adalah:

Apabila kedudukan tahanan potensiometer (R2) dalam keadaan maksimum dan saklar S ditutup, maka motor belum berputar karena tegangan gate atau tegangan kapasitor belum cukup memberikan pengapian pada diac.

Kedudukan tahanan R_2 diatur sedikit demi sedikit sehingga tahanannya menjadi berkurang, menyebabkan tegangan kapasitor terpenuhi dan memberikan pengapian pada *diac*. Karena *diac* sudah ON maka akan mentrigger kepada triac dan selanjutnya triac konduk, mengakibatkan motor berputar lambat.

Dengan mengubah-ubah tahanan potensiometer R_2 maka akan diperoleh kecepatan putaran motor yang berbeda. Bentuk arus gate dan daya yang diberikan pada motor dapat dilihat pada gambar 2.20b



Gambar 2.6b bentuk arus beban dan arus gate

Dengan pemesangan C pada rangkaian gate akan terjadi penundaan waktu pentriggeran pad ½ periode pertama, tetapi pada periode-periode selanjutnya beban mendapat energi penuh.

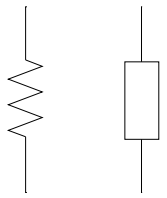
D. Komponen pengatur tegangan AC

1. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat aliran listrik. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih resistor yaitu :

a. Toleransi, yaitu resistor yang diproduksi nilainya tidak selalu tepat.
b. Kestabilan yaitu nilai resistor tidak berubah akibat temperature tinggi atau pemakaian yang lama.
c. Tingkat daya yaitu kemampuan maksimum resisitor dalam membatasi energi atau arus listrik yang melewatinya.

Komponen ini berbentuk kecil dan memiliki gelang bervariasi gelang – gelang warna ini adalah menunjukkan besar dan kecilnya nilai tahanan arus didalamnya. Warna gelang tersebut sangat penting bagi penggemar elektronika. Umumnya berbentuk kecil dengan 2 kaki, kompenen ini tidak memiliki kutub negatif ataupun positif. Sehingga pemasangannya boleh terbalik, asalkan nilainya sama dengan nilai yang diinginkan. resistor diberi simbol:



Gambar 2.7. Simbol Resistor

Resistor diberi nilai secara standard dan besarnya nilai tersebut sudah tertera dibadan resistor. Nilai resisitor ditentukan dengan kombinasi gelang-gelang warna dan setiap posisi gelang mempunyai arti sendiri. Arti dari gelang –gelang berwarna pada resistor ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Gelang-gelang warna pada resistor

Warna	Gelang pertama	Gelang kedua	Faktor pengali	toleransi
Hitam	0	0	10^0	
Coklat	1	1	10^1	
Merah	2	2	10^2	
Orange	3	3	10^3	2 %
Kuning	4	4	10^4	
Hijau	5	5	10^5	
Biru	6	6	10^6	

Ungu	7	7	10^7	
Abu-abu	8	8	10^8	
Putih	9	9	10^9	
Emas				5 %
Perak				10 %
Tanpa warna				20 %

Sumber: daryanto 2000

2. Kapasitor

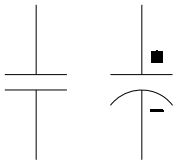
Kondensator adalah komponen yang dapat menyimpan arus listrik sampai batas yang ditentukan.kapasitor berasal dari kata "*kapasitance"* atau kapasitas yang artinya kemampuan untuk menyimpan arus listrik.

Pada dasarnya kapasitor terdiri dari dua keping penghantar yang disekat. Bahan yang berfungsi sebagai penyekat disebut Dielektrikum. Bahan penyekat yang biasa diginakan untuk dielektrik adalah : keramik, kertas, mika, elektrolit.

Pemasangan kapasitor dalam suatu rangkaian elektronika mempunyai maksud dan tujuan sebagai berikut :

a. Sebagai penghubung / kopling yang menghubungkan masing–masing bagian dalam suatu rangkaian
b. Memisahkan arus bolak-balik dari arus searah
c. Sebagai filter yang dipakai pada rangkain catu daya
d. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian pemancar
e. Menghemat daya dalam rangkaian lampu TL

f. Menghilangkan loncatan bunga api dalam rangkaian saklar



Gambar 2.8 simbol Kapasitor

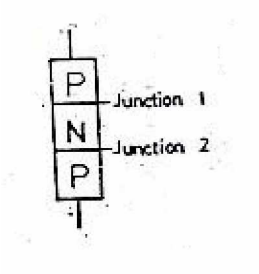
Macam-macam kondensator Menurut bentuk dan fungsinya ada beberapa kondensator sebagai berikut :

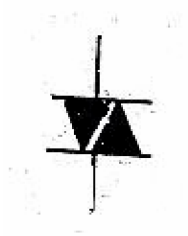
a. Kondensator bola, yaitu kondensator yang berbentuk bola konsentris.
b. Kondensator silinder, yaitu kondensator yang berbentuk silinder konsentris.
c. Kondensator keping sejajar.
d. Kondensator keramik, yaitu kondensator yang dibungkus dielektrikum mika.
e. Kondensator variabel (VARCO), yaitu kondensator yang kapesitasnya dapat diubah-ubah.
f. Kondensator gulung, yaitu kondensator keping sejajar yang digulung karena panjangnya keping sejajar untuk kapasitas yang besar.

Kondensator elektrolit (ELCO), yaitu kondensator yang dielektrikumnya larutan atau pasta elektrolit untuk memperbesar kapasitas. Untuk kondensator ini kaki – kaki kondenstor merupakan elektroda (katoda dan anoda), sehingga dalam pemasangan kaki positif dan negatif tidak boleh terbalik.

3. Diac

Diac adalah dua buah dioda yang disambungkan berlawanan. *Diac* digunakan sebagai pengapian dari *triac*. Konstruksi *diac* hampir sama susunannya dengan transistor.lihat gambar 4.9a berikut:





Gambar 2.9a Susunan *Diac* gambar 2.9b Simbol *Diac*

Gambar 2.9a memperlihatkan susunan physis diac, pada saat A positip maka *junction 1* (j_1) *forward bias* dan *junction 2* (j_2) *reverse bias*.

Apabila tegangan positip A dinaikkan terus terhadap B, maka pada suatu saat tertentu j_2 akan break down dan menyebabkan arus mengalir pada *diac*. Arus dari *diac* ini selanjutnya digunakan untuk mentrigger *triac*.

Jika B lebih positip terhadap A, maka j_2 *forward* dinaikkan j_1 *reverse*. Supaya *diac* dapat mengalirkan arus dari B ke A, maka tegangan B harus dinaikkan sehingga mencapai titik *break down* dari j_1.

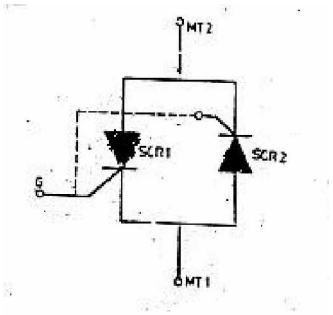
Untuk mendapat tegangan brek down dari diac atau untuk memperoleh titik pengapian dari diac, maka umumnya digunakan kapasitor. Pada umumnya diac mempunyai brek over voltage antara 25 volt sampai 35 volt.

Oleh karena itu, walaupun diac sudah break down, tetapi asal tegangannya tidak melebihi dari 35 volt mak diac tidak akan rusak.

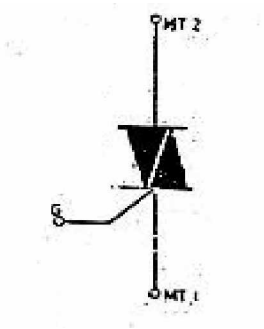
Apabila diac diukur dengan ohm meter, maka jarum ohm meter tidak akan menunjuk, karena tahanannya tinggi sekali (selalu reverse).

4. Triac

Triac merupakan dua buah *SCR* yang terhubung secara paralel. Lihat gambar 2. 10a dan gambar 2.10b



Gambar 2.10a Susunan triac

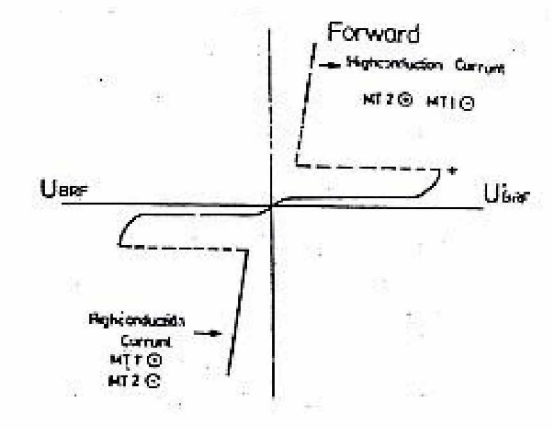


Gambar 2.10b simbol triac

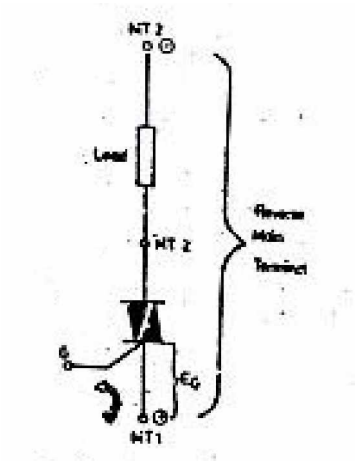
Triac berbeda dengan *SCR* karena triac dapat mengendalikan atau menghantarkan arus dalam kedua arah. Dalam keadaan *off* tidak ada arus yang dapat mengalir diantara kedeua terminal yaitu *Main Terminal 1* (MT_1) dan *Main Terminal 2* (MT_2). Ketika triac ON, maka tahanan dalam antara MT_2 dan MT_1 menjadi sangat rendah.

Apabila MT_2 lebih positip terhadap MT_1, maka arus mengalir dari MT_2 ke MT_1 dan sebaliknya apabila MT_1 lebih positip terhadap MT_2, maka arus

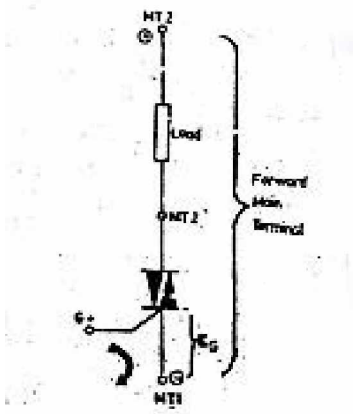
mengalir dari MT_1 ke MT_2. gambar 2.10c memperlihatkan karakteristik dari *triac*.



Gambar 2.10c karakteristik triac



Gambar 2.10d triac keadaan forward



Gambar 2.10e triac keadaan reverse

Pada keadaan *forward*, maka G lebih positip terhadap MT_1 dan dalam keadaan *reverse*, G lebih negatip terhadap MT_2. pemasangan *triac* di dalam

rangkaian MT_2 dengan MT_1 tidak boleh ditukarkan, apabila ditukarkan maka kondisi *ON* dan *OFF triac* berbeda

BAB III

METODE PEMBUATAN

A. Perancangan Alat

Pada perancanngan alat pengatur kecepatan motor induksi 1 fasa ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

1. Persiapan Alat dan Bahan

   Bahan-bahan dan peralatan yang diperlukan dalam pembuatan alat ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 3.1. Alat Pembuatan Rangkaian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Tang kombinasi		1 buah
2.	Tang potong		1 buah
3.	Tang kupas		1 buah
4.	Obeng (+)		1 buah
5.	Obeng (–)		1 buah
6.	Gergaji besi		1 buah
7.	Ferid Clorida ($FeCL_3$)		secukupnya
8.	Mesin bor		1 buah
9.	Mata bor	Φ 1 mm	1 buah
10.	Penggores	8 mm	1 buah

11	Penitik	2,5 mm	1 buah
12	Solder	30 watt	1 buah
13	Desoldering pump		1 buah
14	Tenol		secukupnya
15	Multimeter	digital	1 buah

Tabel 3.2. Bahan Pembuatan Rangkaian

No	Bahan	spesifikasi	Jumlah
1.	Resistor	68 KΩ	1 buah
		180 Ω	1 buah
2.	Potensiometer	250 Ω	1 buah
3.	Kapasitor	220 nF	1 buah
		100 nF	4 buah
4.	Induktor	200 µH	1 buah
5.	Triac	BTA 10 – 400	1 buah
6.	Diac	ER 900	1 buah
7.	Motor 1 fasa	120 W	1 buah

2. Proses Pembuatan PCB

Perencanaan PCB terlebih dahulu dilakukan dengan merancang tata letak dari komponen, sehingga jarak antar komponen dapat terlihat rapi dan

sedapat mungkin antar komponen tersebut tidak sampai bersentuhan, guna menghindari rambatan panas antar komponen ataupun hubung singkat sehingga dapat menyebabkan komponen menjadi rusak. Didalam perencanaan in imeliputi: pembuatan lay out, pelarutan dan pelapisan serta pengeboran.

a. Pembuatan Lay Out

Pada tahap ini pertama – tama merancang ukuran PCB sehingga membentuk ukuran posisi dan lay out yang bagus, baik dan benar. Kemudian merancang tata letak komponen dan merancang jalur antar komponen sehingga membentuk jalur yang singkat, rapi dan benar. Setelah semua selesai dilanjutkan dengan memotong PCB sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Kemudian memindahkan hasil rancangan alur tadi ke PCB. Proses pembuatan *layout* ada yang menggunakan penggambaran manual.proses pelarutan dan pelapisan

b. Proses pelarutan dan pelapisan

Adapun langkah langkah dari proses pelarutan ini antara lain:

1) Melarutkan PCB yang telah tergambar jalur PCB dengan *Ferri Chloride* untuk menghilangkan lapisan tembaga yang tidak terpakai.

2) Mengangkat PCB dari *Ferri Chloride* apabila lapisan tembaga yang tidak terpakai sudah terlarut semua. Kemudian mencuci PCB tersebut dengan air sampai bersih.

3) Membersihkan sisa lapisan cat sablon pada jalur PCB dengan menggunakan tinner.

c. Proses pengeboran

Untuk mendapat hasil yang baik, pengecoran dilakukan dengan hati–hati agar tidak merusak jalur – jalur papan rangkaian yang sudah tercetak.

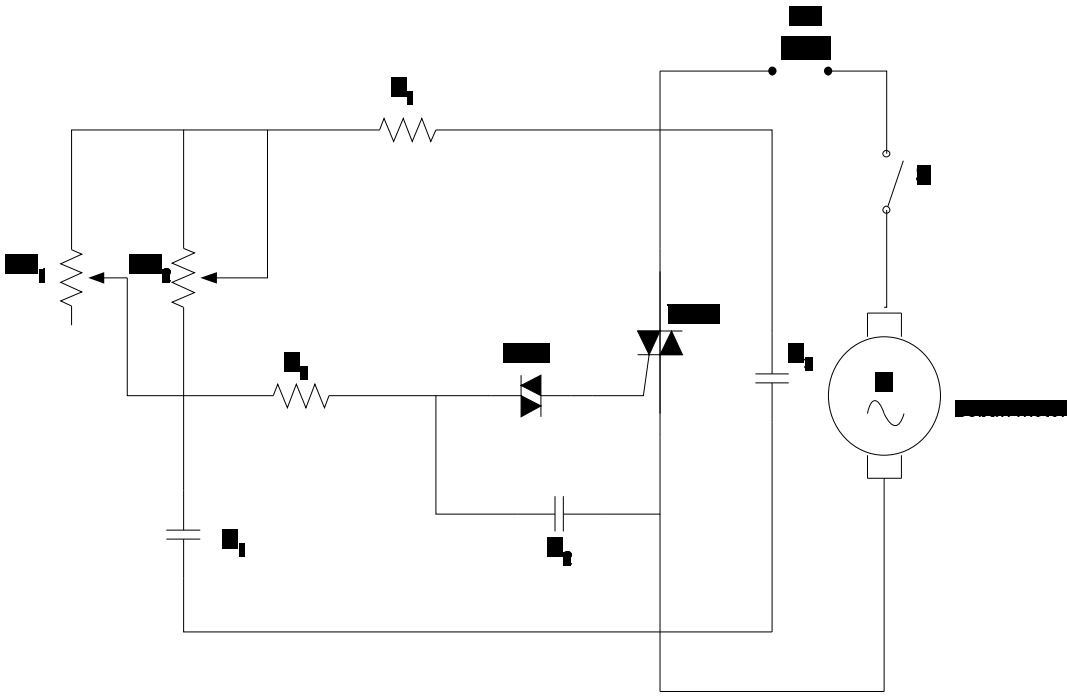
3. Pemasangan Komponen dan Perakitan

Pemasangan komponen dilakukan sesuai dengan layout yang telah dibuat. Setelah komponen terpasang kemudian dilakukan penyolderan. Hal yang harus diperhatikan dalam melakukan pemasangan adalah pada saat menyolder jangan sembarangan dalam penyolderan. Sebab bila kurang memperhatikan perihal tersebut boleh jadi kmponen yang hendak dipasang sudah lebih dahulu rusak sebelum dipakai.

Cara terbaik dalam penyolderan komponen adalah dengan menjepit kaki komponen yang akan disolder, sebab dengan menjepit kaki komponen yang hendak disolder maka panas yang datang dari solder akan terhambat dan tidak terus langsung ke badan komponen. Dengan demikian kerusakan yang mungkin terjadi akibat panas solder dapat dihindari. Untuk memasang IC sebaiknya menggunakan soket dahulu karena IC adalah salah satu komponen yang sensitive terhadap panas.

B. Rangkaian Pengubah Tegangan AC

Rangkaian perubah tegangan AC adalah mempunyai kemampuan merubah tegangan AC dari sebuah tegangan masukan 220 volt/50 Hz menjadi variabel tegangan dari 125 volt sampai dengan 220 volt pada frekuensi 50 Hz. Rangkaian ini memanfaatkan sebuah TRIAC. TRIAC dan rangkaian penyulut gate akan kita susun sebagai berikut.



Gambar 3.4 pengubah tegangan AC

Keterangan komponen:

R1 : 1K Ω

R2 : 10K Ω

VR_1 : 250 Ω

VR_2 : 250K Ω
C1 : 470 nF / 250 V
C2 : 470 nF / 250 V
C3 : 10 nF / 630 V
Diac : ER 900
Triac : BTW 10 – 400

C. Prinsip Kerja Rangkaian

Rangkaian pengatur tegangan ini memperoleh supply dari tegangan 220 Volt AC, sebelum supply tegangan diumpankan ke motor besarnya tegangan yang diinginkan dikemudikan oleh triac. Triac bekerja setelah mendapatkan sulutan tegangan dari diac. Besarnya tegangan sulut dari diac ditentukan oleh VR1 dan VR2. Kedudukan tahanan VR1 dan VR2diatur sedikit demi sedikit sehingga tahanannya menjadi berkurang, menyebabkan tegangan kapasitor terpenuhi dan memberikan pengapian pada diac. Karena diac sudah ON maka akan mentrigger triac yang selanjutnya triac akan bekerja..

Rangkaian ini adalah rangkaian *optimal tria-diac* yang menggunakan sudut sulut tetap dan untuk perubahan tegangannya menggunakan sistem penyulut AC pada *gate*nya dengan menggunakan potensiometer.

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan Peralatan

Alat atau perangkat pengambilan data dalam suatu percobaan akan sangat menentukan kualitas penentuan kualitas penelitian. Alat pengambil data harus diperlakukan dengan cermat untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk percobaan ini, alat atau perangkat pengambilan data berupa alat-alat ukur yang terdiri dari:

1. AVO meter digital

Merk	: Digital Multimeter
Seri	: DT – 830B
Sensitivitas	: 50 KΩ / V
Impedansi Input	: 1 MΩ
Batas ukur Tegangan	: 0,001 mV-1000 V
Batas ukur arus DC	: 0,00μA-10A

2. AVO meter analog

Merk	: Sunwa
Seri	: GE-360TRes
batas ukur tegangan AC	: 750 V
Batas ukur tegangan DC	: 1000V

Batas ukur arus DC : 500mA

Batas ukur tahanan : x 1-x 100 MΩ

3. Osiloskop

Merk : Leader

Tipe : LBO-524

Batas ukur frekuensi : 20 MHZ

4. Tachometer Digital

Merk : Sanwa

Model : SE-100

5. Seperangkat Komputer
6. Kabel secukupnya

B. Ketelitian dan ketepatan dalam pengujian

Ketelitian menyatakan tingkat kesesuain atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga yang sebenarnya. Sedangkan untuk ketepatan *(presisi)* menyatakan tingkat kesamaan didalam sekelompok pengukuran atau sejumlah instrumen.

Setiap pengukuran tidak semua menghasilkan hasil yang sempurna. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

1. Kesalahan–kesalahan umum *(gross error)*

Kebanyakan disebabkan oleh kesalahan manusia, diantaranya adalah kesalahan pembacaan alat ukur, penyetelan yang tidak tepat dan pemakaian intrumen yang tidak sesuai.

2. Kesalahan-kesalahan sistematis *(systematic error)*

   Disebabkan oleh kekurangan-kekurangan pada instrumen sendiri, seperti kerusakan, adanya bagian–bagian yang aus dan pengaruh lingkungan terhadap peralatan atau pemakai.

3. Kesalahan–kesalahan yang tidak disengaja *(random error)*

   Diakibatkan oleh penyebab–penyebab yang tidak langsung diketahui sebab perubahan parameter atau sistem pengukuran terjadi secara acak.

C. Langkah-langkah Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hubungkan alat dengan sumber tegangan 220 Volt AC
2. Hubungkan motor induksi I fasa dengan pengatur tegangan AC tersebut.
3. Pasang Voltmeter pada terminal keluaran alat sebelum terhubung dengan motor dengan cara memparalelnya.
4. Pasang Amperemeter pada terminal keluaran alat sebelum terhubung dengan motor dengan cara seri
5. Setelah semua terhubung hidupkan alat pengatur kecepatan dengan menekan tombol ON

6. Pasang Tachometer pada poros motor, dan catat kecepatannya tiap terjadi perubahan tegangan.
7. Lakukan pengukuran tegangan, arus, dan bentuk gelombang yang terjadi dengan memutar pengatur kecepatan secara bertahap.

D. Hasil Pengujian

1. Pengujian Kecapatan Putaran Motor

Tabel 4.1. data kecepatan putaran motor universal dengan merubah tegangan sumber pada frekuensi 50 Hz

No	Tegangan (Volt)		Kecepatan Putaran (RPM)		
	Masuk	Keluar	1	2	Rata-rata
1	220	50	1350	2031	1690
2	220	75	6230	6380	6305
3	220	100	8870	8840	8855
4	220	125	10060	10480	10270
5	220	150	11530	11460	11495
6	220	175	12280	12270	12275
7	220	190	12630	12560	12595
8	220	200	13070	12920	12995
9	220	210	13340	13220	13280
10	220	215	13960	15420	14690

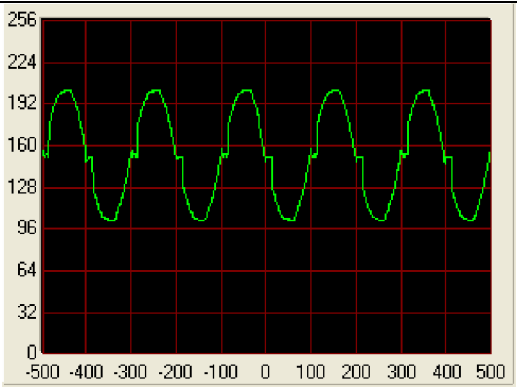
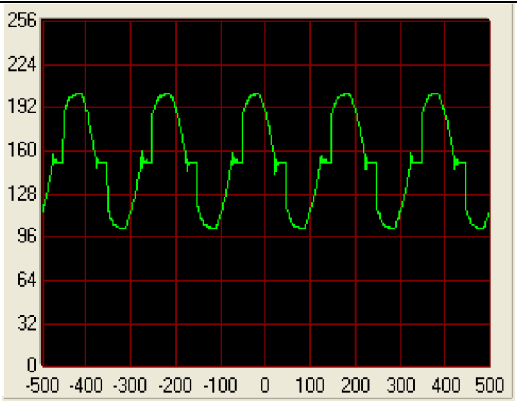
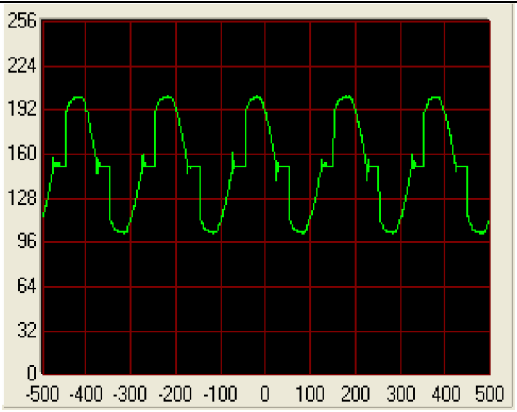
2. Pengujian Arus

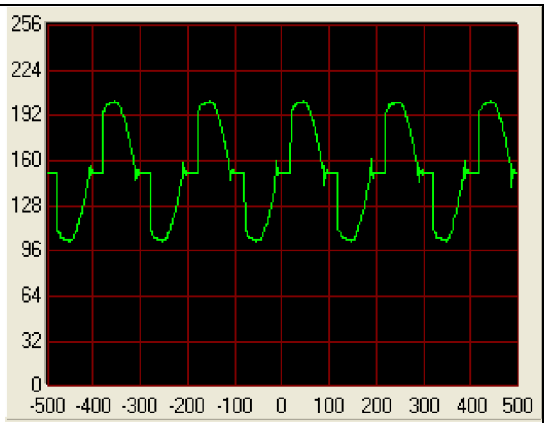
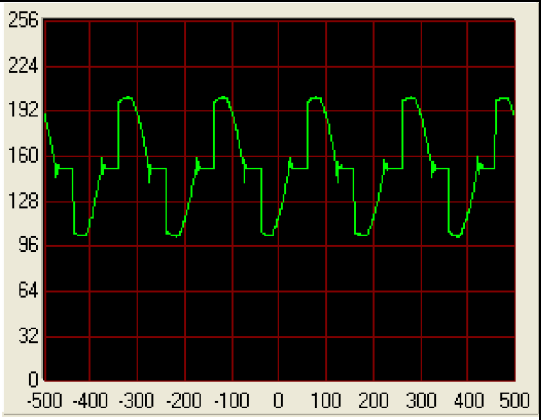
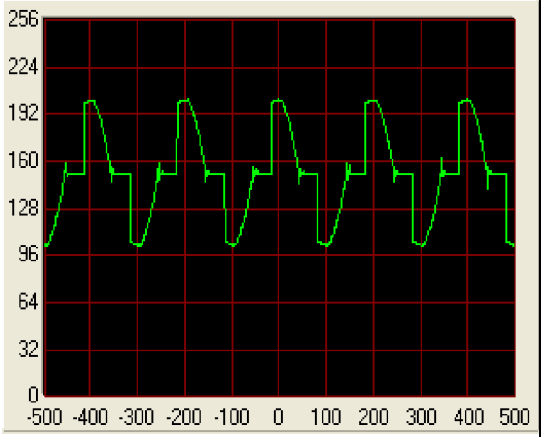
Tabel 4.2 hubungan antara tegangan dengan arus motor

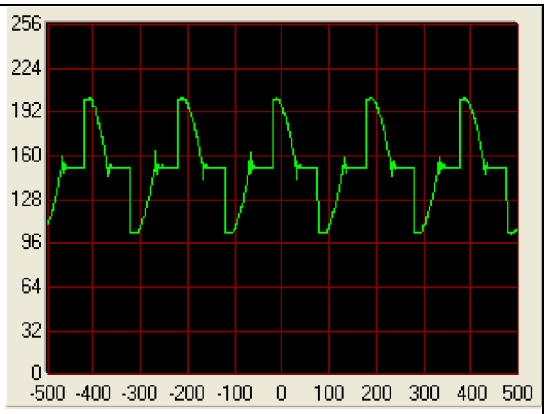
No	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	50	0,11
2	75	0,17
3	100	0,21
4	125	0,27
5	150	0,31
6	175	0,36
7	190	0,37
8	200	0,38
9	210	0,39
10	215	0,41

3. Pengukuran bentuk gelombang

Tabel 4.3 Bentuk gelombang pada rangkaian pengatur tegangan AC

No	Tegangan	Bentuk Gelombang
1	Tegangan : 215 V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	
2	Tegangan : 210 V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	
3	Tegangan : 200 V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	

4	Tegangan : 190V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	
5	Tegangan : 175 V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	
6	Tegangan : 150 V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	

7	Tegangan : 125 V Chanel 1 Skala : 20 V/div SPML : 100 k S/s P 10 200 V,v 1 mS	

E. Pembahasan

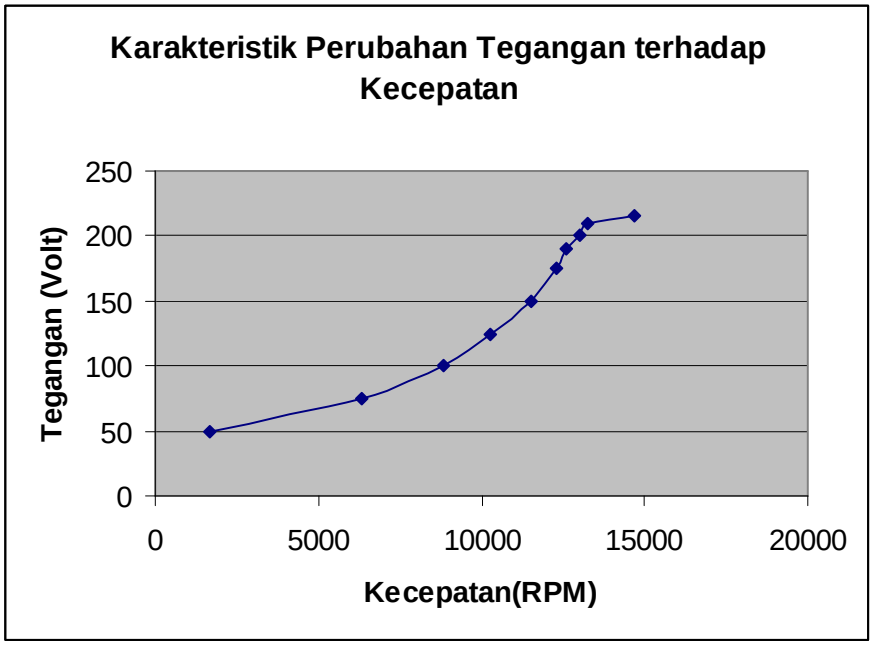
1. Pengaruh perubahan tegangan terhadap kecepatan putaran motor

Dari data perubahan tegangan tersebut terlihat bahwa adanya perubahan tegangan mengakibatkan terjadinya perubahan kecepatan. Seperti dalam teori yang dibahas sebelumnya, bahwa kopel sebanding dengan pangkat dua tegangan yang diberikan terminal primernya. Maka saat tegangan diturunkan, kopel yang diterima rotor juga akan ikut turun. Penurunan kopel yang diterima oleh rotor ini akan mengakibatkan kecepatan putaran motor juga akan berkurang sesuai dengan penurunan tegangan. Hal inilah yang menjadi dasar pengaturan kecepatan motor dengan mengubah sumber tegangan (*line voltage control*).

Dalam pengaturan putaran dengan mengubah tegangan ini masih terdapat beberapa kelemahan yang timbul. Dimana dalam pengaturan ini

kadang diperoleh putaran yang tidak stabil (berubah-ubah) terutama untuk putaran rendah. Hal ini terjadi karena motor yang digunakan adalah motor dengan tegangan stabil. Sehingga saat tegangan diturunkan, putaran motor menjadi tidak stabil, karena motor akan berputar dengan sempurna pada tegangan yang diperkenakan yang telah ditentukan dalam plat penunjuk daya (*name plate*) yang sudah disesuaikan pada motor tersebut.

Dari tabel perubahan tegangan terhadap kecepatan menghasilkan karakteristik perubahan tegangan terhadap kecepatan sebagai berikut:

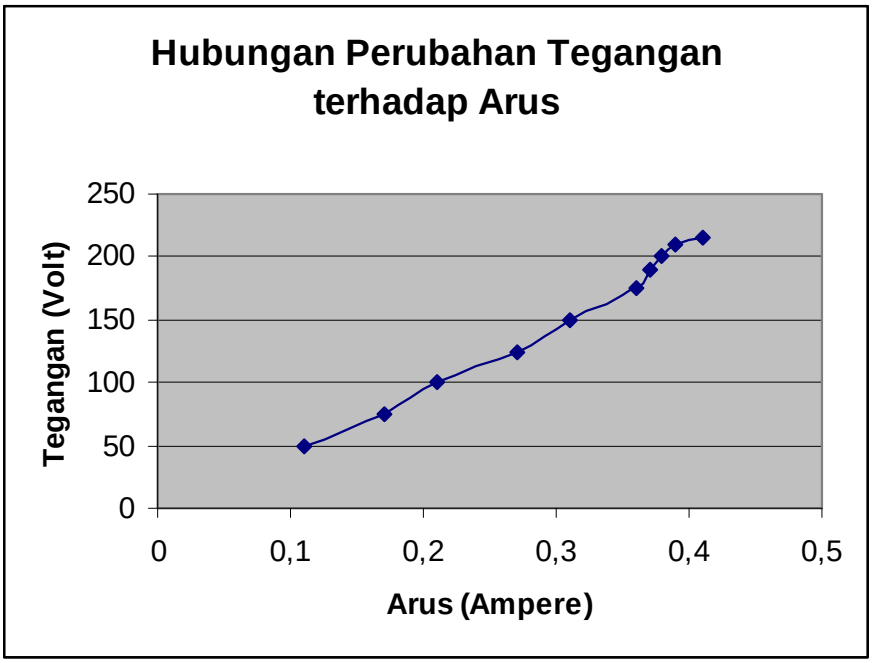


Gambar 4.1 Grafik Karakteristik Perubahan Tegangan terhadap Kecepatan

Terlihat bahwa tegangan berbanding lurus dengan kecepatan. Semakin besar tegangan maka kecepatan juga semakin naik. .Dari tegangan 100 Volt / 50 Hz sampai 125 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 15,9%. Pada tegangan 125 Volt / 50 Hz sampai 150 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 11,9%. Pada tegangan 150 Volt / 50 Hz sampai 175 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 6,78 %. Pada tegangan 175 Volt / 50 Hz sampai 190 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 2,6 %. Pada tegangan 190 Volt / 50 Hz sampai 200 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 3,1 %. Pada tegangan 200 Volt / 50 Hz sampai 210 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 2,19 %. Pada tegangan 210 Volt / 50 Hz sampai 215 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 10,6 %. Untuk kenaikan tegangan keseluruhan 100 Volt / 50 Hz sampai 215 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 53,07%. Dari data diatas mulai dihitung dari tegangan 100 volt karena pada tegangan 75 volt dan 50 volt putaran kurang stabil.

Dengan demikin dari perhitungan dan grafik diatas dapat diperoleh pernyataan bahwa, dengan merubah tegangan sumber dapat digunakan sebagai metode pengatur kecepatan. Besarnya perubahan kenaikan kecepatan cukup konstan, ini terlihat pada tabel 2 dan grafik diatas dimana tiap perubahan rata-rata tegangan sekitar 10 Volt dari 100 volt sampai 215 volt, maka akan terjadi kenaikan kecepatan rata-rata sekitar 4,42%

2. Pengaruh perubahan tegangan terhadap arus motor



Gambar 4.1 Grafik hubungan Perubahan Tegangan terhadap Arus motor

Berdasarkan grafik hubungan arus terhadap perubahan terlihat bahwa arus berbanding lurus dengan tegangan, semakin kecil tegangan yang turunkan, maka besarnya arus juga semakin turun. Dan sebaliknya semakin kecil tegangan yang diberikan maka semakin kecil pula arus yang mengalir,. Sehingga apabila motor dapat diatur pada tegangan yang rendah dulu sebelum dioperasikan pada tegangan kerja motor yang sebenarnya maka arus starsing atau arus awal yang tinggi dapat dihindari/dikurangi.

3. Pengaruh bentuk gelombang yang dihasilkan

Berdasarkan gelombang yang dihasilkan pada pengatur tegangan dapat terlihat jelas bahwa gelombang berbentuk sinusoida karena motor universal tersebut menggunakan sumber tegangan AC. Dari pada tabel perubahan tegangan terhadap bentuk gelombang terlihat cukup jelas, bahwa semakin besar tegangan maka bentuk gelombang sinus yang terjadi semakin sempurna gelombang sinusnya.

BAB V

PENUTUP

A Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari uji coba alat yang dibuat, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Rangkain pengaturan tegangan AC dengan menggunakan pasangan triac dan diac dapat digunakan sebagai pengatur kecepatan putaran motor universal.
2. Dengan mengubah tegangan sumber perubahan kenaikan kecepatan terlihat seperti gambar 4.1 Grafik karakteristik perubahan tegangan terhadap kecepatan berbentuk garis linear Besarnya prosentase kenaikan kecepatan dari tegangan 100 Volt / 50 Hz sampai 215 Volt / 50 Hz terjadi kenaikan kecepatan sebesar 53,07 %.
3. Semakin besar tegangan yang dinaikkan, maka besarnya arus juga semakin besar, dan sebaliknya semakin kecil tegangan yang diberikan maka semakin kecil pula arus yang mengalir, sehingga arus lonjakan dapat dihindari.
4. Pada tabel 4.3 pengaruh perubahan tegangan terhadap bentuk gelombang terlihat cukup jelas, bahwa semakin besar tegangan yang dinaikkan maka bentuk gelombang sinus yang terjadi semakin sempurna.

B. Saran

1. Agar alat ini lebih efektif dan efisien sebaiknya digunakan komponen-komponen elektronika yang berkualitas dan melalui perencanaan yang lebih matang sehingga diperoleh hasil pegaturan yang lebih optimal.
2. Saat pengukuran dalam putaran rendah, sebaiknya jangan terlalu lama karena akan mengakibatkan motor cepat panas dan mudah terbakar.

DAFTAR PUSTAKA

Achyanto, Djoko. 1990. *Mesin-Mesin Listrik*,. Jakarta: Erlangga

Daryanto, 2000, *Pengetahuan Teknik Elektronika*, Penerbit Bumi Aksara

Fitzgerald, 1989. *Electric Machinery* (Alih Bahasa Djoko Achyanto). Jakatra: Erlangga

Lister Eugene C, *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*, Yogyakarta:Andi Offset

Petruzella, D Frank. 2001. *Industrial elektronic*, Yogyakarta: Andi Offset.

S.J. Chapman, 1991, *Electrik Machinery Fundamental*, McGraw-Hill,USA

Warsito S. 1986. *Vademekum Elektronika*. Jakarta: PT Gramedia.

Wijaya, mochtar. 2001. Dasar-dasar Mesin Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia

Zuhal, 2000. *Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama