

Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Ac Satu Fasa Dengan Menggunakan Thyristor

Denny S. Tandi Salu, Ir. Fielman Lisi, MT, Ir. Hans Tumaliang, MT, Lily S. Patras, ST.,MT
Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT, Manado 95115, Email : Antekel@yahoo.com

Abstrak—Kontrol kecepatan motor yang dikembangkan mampu memberikan beberapa kondisi operasi motor, masing-masing memberikan harga maksimum yang berbeda-beda dari laju output motor. Dengan menggunakan regulator kecepatan motor dalam pengontrolan secara simultan maka dilakukan pengontrolan laju kecepatan dari suatu proses pengontrolan kecepatan secara kaskade. Sistem pengontrolan simultan ini diimplementasikan oleh suatu komponen triac yang berfungsi untuk memilih kondisi operasi motor sehingga memberikan laju aliran putaran motor yang sesuai dengan kebutuhan proses. Dalam penelitian menunjukkan bahwa penambahan regulator kecepatan motor penggerak sehingga membentuk sistem pengontrolan simultan dari kecepatan motor dapat menghasilkan unjuk kerja sistem pengontrolan simultan dari kecepatannya sedapat menghasilkan unjuk kerja sistem pengontrolan yang lebih baik dibandingkan pengontrolan yang hanya menggunakan pengontrolan dengan kecepatan tanpa diubah-ubah.

Rangkaian sistem pengontrolan kecepatan motor ac dengan menggunakan thyristor dapat digunakan sebagai pengatur kecepatan motor secara universal. Semakin besar tegangan yang dinaikkan, besar arus juga semakin besar, dan sebaliknya semakin kecil tegangan yang diberikan maka semakin kecil pula arus yang mengalir sehingga arus lonjakan dapat dihindari.

Kata Kunci : matlab, motor induksi satu fasa, pengatur kecepatan motor, thyristor.

I. PENDAHULUAN

Motor seri sering disebut traksi karena mempunyai keuntungan adanya moment start yang besar. Sebab itu motor seri banyak dipergunakan pada lift, trem listrik dan sebagainya.

Untuk motor ac yaitu motor yang dioperasikan pada tegangan bolak-balik. Motor jenis ini menawarkan suatu pemakaian yang luas dalam ukuran-ukuran yang lebih kecil, terutama untuk pemakaian di lingkungan domestik dan komersial

Motor ac berputar sesuai dengan pembebanan, karena dengan pembebanan ringan motor berputar dengan cepat dan

menghasilkan kopel yang kecil tetapi pada keadaan pembebanan yang berat maka motornya berputar secara perlahan-lahan dengan kopel yang besar. Meskipun demikian pada pemakaian tertentu diperlukan adanya pengaturan kecepatan.

Untuk mendapatkan pengaturan kecepatan dan torsi dari motor seri, tegangan bolak-balik (ac) dapat diberikan secara seri dengan thyristor yang mengatur tegangan, yang diberikan pada motor.

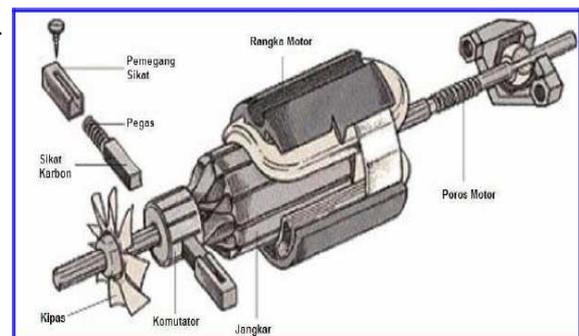
Dalam sistem pengaturan kecepatan motor, thyristor dapat digunakan karena berkapasitas daya yang besar sehingga untuk pengaturan kecepatan motor yang berdaya besar dapat menggunakan rangkaian elektronika.

Dalam pengaturan kecepatan motor thyristor membawa beberapa keuntungan sebab dapat menghasilkan pengaturan yang halus dan kontinu, kerugian daya yang kecil dan untuk pemeliharaan yang sederhana.

II. DASAR TEORI

A. Motor Universal

Motor universal terdiri dari sebuah rotor yang biasa disebut armatur atau jangkar, dengan lilitan kumparan sekelilingnya, dan diujung poros diletakkan komutator yang dibagi atas beberapa la-mel. Pada permukaan komutator diletakkan sikat karbon yang berfungsi untuk mengalirkan arus dari sumber luar ke dalam jangkar motor. Saat arus mengalir kedalam jangkar, maka di jangkar akan timbul medan magnet, sehingga jangkar akan berputar diantara kutub magnet yang berada di stator motor. Hampir semua motor universal memiliki kipas pendingin di bagian ujung poros-nya. Seperti pada (gambar 1)



Gambar 1. Konstruksi Motor Universal

Motor universal banyak digunakan pada peralatan listrik dengan ukuran kecil dan sedang, seperti pengisap debu, mesin jahit dan sejenisnya. Motor universal bisa dioperasikan dengan sumber arus searah atau bolak-balik. Kecepatan motor bisa diatur dengan menggunakan rheostat, penyearah, atau perubahan kedudukan sikat karbon yang melewati jangkar motor.

B. Karakteristik Motor Universal

Motor universal mempunyai karakteristik motor 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 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 kepadanya. Motor jenis ini banyak ditemui antara lain pada: *blower*, dinamo mesin jahit rumah, mesin bor, dan *mixer* (Cyne and Martin, 1987).

Putaran motor universal biasanya tinggi, apalagi dalam keadaan tanpa beban. Maka dari itu, biasanya motor universal dihubungkan langsung dengan beban sehingga putaran motor yang tinggi bisa berkurang dengan pembebanan tersebut.

C. Pengaturan Kecepatan Motor Universal

Pengaturan kecepatan motor universal adalah dengan cara mengatur besar tegangan yang diberikan kepada motor. 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. Sebaliknya, semakin kecil tegangan yang diberikan kepadanya, maka semakin kecil pula kecepatannya.

D. Motor Ac Satu Fasa

Motor satu fasa dalam kelistrikan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas umum, antara lain : motor seri, motor induksi, dan motor sinkron. Untuk pembahasan ini ditekankan pada motor ac satu fasa.

Meskipun motor ac satu fasa ini kurang dapat bersaing terhadap prestasi dan efisiensi dari padanannya tiga fasa, akan tetapi motor ini menawarkan suatu pemakaian yang luas dalam ukuran-ukuran yang lebih kecil terutama untuk pemakainya di lingkungan domestik dan komersial.

Motor ac satu fasa adalah motor yang bekerja pada tegangan bolak-balik. Pada setiap setengah *cycle* akan terjadi pembalikan arah arus medan atau fluksi dan arus jangkar, sehingga arah kopel yang dihasilkan tetap dan menyebabkan motor tetap berputar dalam arah semula.

E. Karakteristik Motor Ac Satu Fasa

Karakteristik motor ac satu fasa adalah sebagai berikut :

- Jatuh tegangan, reaktansi dalam medan dan jangkar menyerap sebagian dari tegangan yang diberikan dan karenanya untuk momen kopel dan arus tertentu ggl lawan perputaran yang dibangkitkan pada jangkar lebih kecil, dan kecepatannya menjadi rendah.
- Rangkaian magnetis menjadi cukup jenuh pada puncak gelombang arus dan harga RMS dari fluks dapat menjadi kecil, karenanya momen kopel cenderung lebih kecil dan kecepatannya lebih tinggi.

Kesimpulannya karena reaktansi induktif berbanding lurus dengan frekuensi maka karakteristik kerja motor ac lebih baik pada frekuensi yang lebih rendah.

F. Teori Thyristor

Thyristor secara resmi dikenal sebagai *SCR (Silicon Controlled Rectifier)*. Thyristor adalah salah satu alat semikonduktor yang penting untuk mengontrol dan memutuskan hubungan arus bolak-balik kecil dan besar. Thyristor mempunyai kemudahan dimana dapat mempengaruhi penyearahan arus bolak-balik ke arus searah demikian juga sebaliknya yaitu pengubahan dari arus searah ke arus bolak-balik.

Penggunaan thyristor (*SCR*) sebagai penyearahan dan sebagai pengontrolan saklar arus kecil dan besar menguntungkan karena pemakaian energinya yang minimal dibandingkan dengan alat-alat mekanik karena :

- Tak ada kontak-kontak yang aus karena terbakar.
- Tidak menjangkitkan busur api.
- Memerlukan sedikit komponen-komponen tambahan.

G. Thyristor Triode Dua Arah (*TRIAC*).

Cara kerja thyristor triode dua arah (*triac*) adalah simetrik, tetapi secara listrik alat ini tidak simetrik karena itu terminal-terminalnya diberi nama-nama : anoda, katoda, pintu (*gate*). Tapi ada juga pabrik-pabrik yang menggantikan anoda dan katoda 1 dan 2. Dengan demikian ada tiga terminal yaitu terminal utama nomor 1 dan terminal utama nomor 2 dan gerbang (*gate*). Thyristor triode dua arah dapat menghalangi aliran arus dalam kedua arah antara terminal arah nomor 1 dan nomor 2, dan juga dapat disulut agar melakukan konduksi dalam dua arah dan tanggap terhadap sinyal positif dan negatif yang dikenakan pada terminal gerbang.

Sekali *triac* mulai konduksi, ia akan terus konduksi sampai ia dihentikan dari luar, sama seperti thyristor satu arah. Dengan demikian *triac* berlaku seperti dua thyristor yang masing-masing bekerja pada setiap arah.

H. Karakteristik Thyristor (*Triac*) Triode Dua Arah.

Triac dapat dianggap sebagai thyristor yang simetrik, karena itu bentuk karakteristik *triac* simetrik karena tak ada beda antara karakteristik maju dan karakteristik balik.

Triac tersusun dari lima buah lapis semikonduktor yang banyak digunakan pada pensaklaran elektronik. *Triac* biasa juga disebut thyristor *bi-directional*. *Triac* merupakan dua buah *SCR* yang dihubungkan secara paralel berkebalikan dengan terminal *gate* bersama. Berbeda dengan *SCR* yang

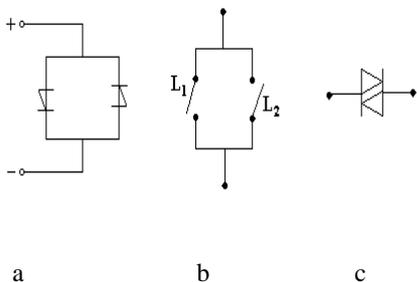
hanya melewati tegangan dengan polaritas positif saja, tetapi Triac dapat dipicu dengan tegangan polaritas positif dan negatif, serta dapat dihidupkan dengan menggunakan tegangan bolak-balik pada *Gate*. Triac banyak digunakan pada rangkaian pengendali dan pensaklaran. Triac hanya akan aktif ketika polaritas pada Anoda lebih positif dibandingkan Katodanya dan *gate*-nya diberi polaritas positif, begitu juga sebaliknya

I. Diac

DIAC merupakan salah satu anggota dari thyristor dan termasuk dalam jenis “Bidirectional Thyristor” yang juga dikenal sebagai “Bilateral Trigger Diode”. Istilah DIAC diambil dari “Dioda ac”. DIAC mempunyai dua buah terminal dan dapat menghantar dari kedua arah jika tegangan breakovernya (V_{BB}) terlampaui. DIAC tersusun dari tiga lapis bahan semikonduktor walaupun beberapa buku mengatakan bahwa DIAC tersusun dari piranti lapis-empat, namun demikian pembuatnya menyatakan bahwa DIAC dibuat dari tiga lapis bahan semikonduktor. Tidak seperti halnya transistor, DIAC mempunyai tingkatan doping sekitar junctionnya yang sebanding.

DIAC mempunyai impedansi yang tinggi bagi arus dalam dua arah, hingga bias DIAC melewati breakover arah mundurnya. Biasanya bias untuk DIAC agar mencapai breakover ini adalah antara 28 sampai 36 volt, namun demikian tergantung dari pada tipenya. Agar kita mengetahui prinsip kerja DIAC, maka kita nggap pemberian catu dayanya seperti terlihat pada gambar 3. Jika tegangan yang diberikan pada DIAC menyamai atau melebihi tegangan *breakover*, maka salah satu *Latch* akan menutup juga.

DIAC adalah suatu komponen yang berkelakuan seperti dua buah thyristor yang dihubungkan saling bertolak belakang. Oleh karena itu DIAC mempunyai dua buah tegangan penyalan. Tegangan penyalan pertama berada pada tegangan maju ($+V_{bo}$) sedangkan yang kedua ada pada tegangan baliknya ($-V_{bo}$).



Gambar 2. Menunjukkan ekivalen dan simbol DIAC
 (a) Ekivalen DIAC
 (b) DIAC sebagai susunan pengancing (*Latch*)
 (c) Simbol DIAC

J. Menggunakan MATLAB

Matlab merupakan bahasa canggih untuk komputansi teknik. Matlab merupakan integrasi dari komputansi, visualisasi dan pemograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan, karena permasalahan dan pemecahannya dinyatakan dalam notasi matematika biasa. Kegunaan Matlab secara umum adalah untuk :

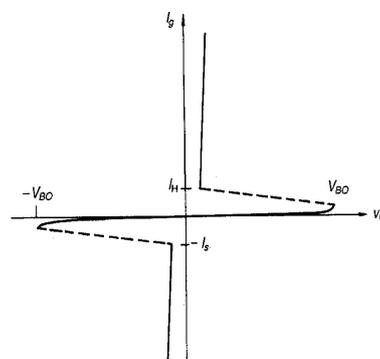
- Pengembangan algoritma matematika dan komputansi
- Pemodelan, simulasi dan pembuatan *prototype* dari penerimaan data
- Analisa Data, eksplorasi dan visualisasi
- Pengembangan aplikasi berbasis grafik dan pembuatan *Graphical User Interface (GUI)*

Software MATLAB memiliki pengaplikasian yang berbeda – beda khususnya dalam pengaplikasian yang membutuhkan perhitungan secara matematis. Penting untuk mengetahui bahwa matlab melakukan seluruh perhitungan matematis dalam bentuk matriks. Semua operasi matematika dalam MATLAB adalah operasi matriks. MATLAB dapat menunjukkan hasil perhitungan dalam bentuk grafik dan dapat dirancang sesuai keinginan kita menggunakan *GUI* yang kita buat sendiri.

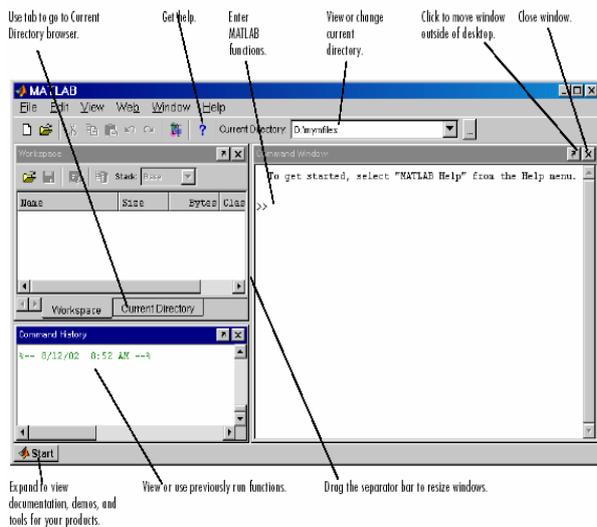
K. Simulink dan SimMechanics

Simulink adalah *platform* didalam MATLAB yang digunakan untuk mensimulasikan sistem dinamik secara *realtime*. Didalam simulink terdapat berbagai macam *toolbox* yang dapat digunakan untuk merangkai sistem dinamik. *Toolbox* yang kami gunakan adalah *toolbox SimMechanics*. *Toolbox* ini berisi part-part yang digunakan untuk mensimulasikan sistem mekanik. Cara penggunaan *SimMechanics* adalah dengan menghubungkan-hubungkan *block-block* yang ada sesuai dengan desain mekanik yang diinginkan dan mensimulasikannya dengan parameter tertentu.

Dari kurva dibawah kita dapat melihat bahwa DIAC selalu mempunyai karakteristik tahanan negatif yang secara terus menerus pada saat arus lebih besar daripada arus *breakover*-nya. DIAC banyak digunakan sebagai pemicu rangkaian pengendali daya yang menggunakan TRIAC.



Gambar 3. Karakteristik DIAC



Gambar 4. Desktop Matlab Versi 6.5.

L. Desktop Matlab

Ketika anda mulai membuka program Matlab, akan muncul desktop Matlab yang berisi tools (*Graphical user interface*) untuk mengatur file, variabel dan aplikasi yang berhubungan dengan Matlab.

Sebagai ilustrasi gambar 4. menampilkan *desktop* yang pertama muncul di Matlab 6.5.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi : Perpustakaan Teknik dan Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi.

Waktu : Penelitian Dilakukan Pada Bulan Juni-Oktober 2012.

B. Bahan dan Peralatan

1. Hardware

Perangkat keras untuk menjalankan sistem ini adalah satu unit laptop dengan konfigurasi sebagai berikut :

- *Procesor* : Intel®Atom™ N570(1.66GHz)
- *RAM* : 2 GB DDR3
- *Resolusi monitor* : 10.1" LED LCD
- *Harddisk* : 320GB HDD
- *Printer* : Canon MP258
- *mouse* : Prolink

2. Software

- Bahasa Pemrograman Matlab

Pemilihan bahasa pemrograman dalam penelitian ini harus disesuaikan dengan kebutuhan. Pada penelitian kali ini

menggunakan bahasa pemrograman matlab. Bahasa pemrograman matlab dipilih karena kemampuan komputasi matematisnya yang tinggi, *library* program perhitungan yang lengkap, serta *tools* desain dan analisis matematis yang sudah tersedia maka matlab begitu banyak digunakan di bidang-bidang pendidikan dan riset penelitian (akademis maupun industri) di dunia.

- Microsoft Windows 7 Ultimate

Sistem operasi yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah microsoft windows 7. Microsoft windows 7 ultimate adalah versi terbaru dari microsoft windows. Windows 7 termasuk windows yang ringan dalam proses *meload* windows dan aplikasi lainnya.

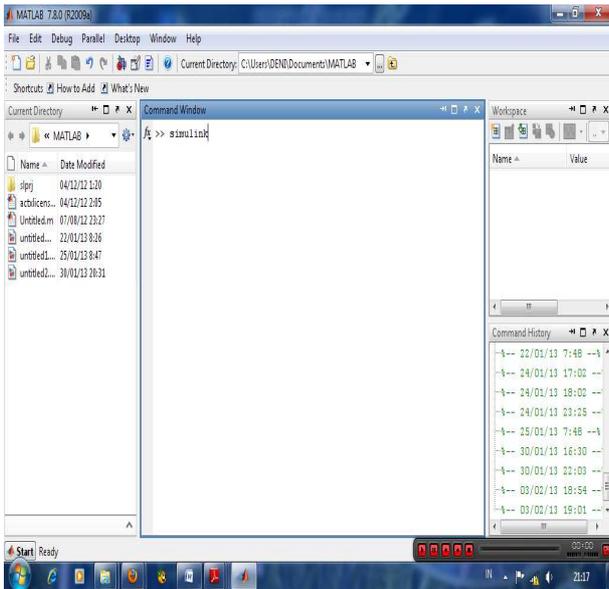
C. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam simulasi mengenai pengaturan kecepatan motor ac satu fasa dengan menggunakan thyristor yaitu :

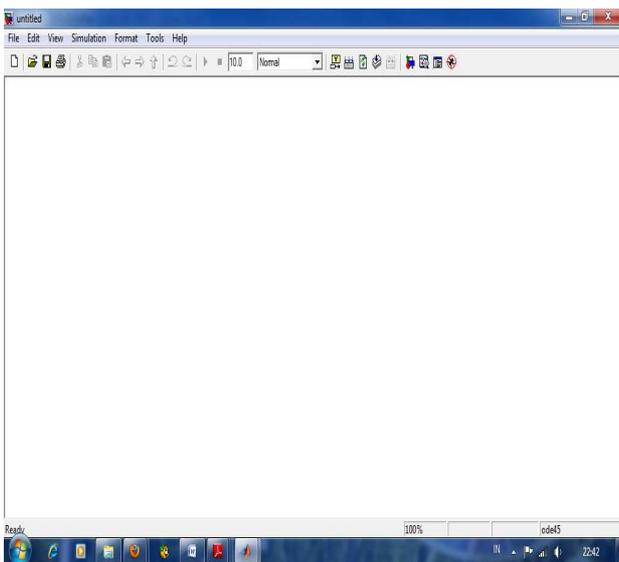
1. Menyediakan komputer/laptop dengan spesifikasi yang memadai.
2. Menginstal paket program Matlab lengkap dengan simulink dan fasilitas yang tersedia versi R2009a.
3. Melakukan studi pustaka dengan cara mengumpulkan referensi dari buku maupun situs internet.
4. Mempelajari dan menggali potensi dan kelebihan yang terdapat di dalam paket program simulink Matlab khususnya yang berkaitan dengan materi skripsi.
5. Mengambil atau merancang program sendiri yang berkaitan dengan materi/ masalah pembelajaran dengan mengacu kepada atau dari *library Power System Blockset Simulink Matlab* kemudian mensimulasikan.
6. Menganalisis parameter-parameter dan data-data yang terdapat dalam program tersebut sesuai dengan permasalahan atau kebutuhan data yang diperlukan.
7. Dari hasil analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan dan memberikan saran-saran dari penelitian yang telah dilakukan.

D. Simulink

Simulink adalah perangkat lunak sub-program dari MATLAB® yang biasa digunakan untuk pemodelan, simulasi dan analisa sistem. Dengan menggunakan perangkat lunak ini kita dapat membangun blok-blok model untuk mensimulasi sistem yang kita kehendaki. Cara menggunakan Simulink hanya dengan mengetikkan perintah "*simulink*" pada *command window* dari MATLAB®. Cara lain adalah cukup dengan menekan tombol simulink pada *toolbar* MATLAB®.



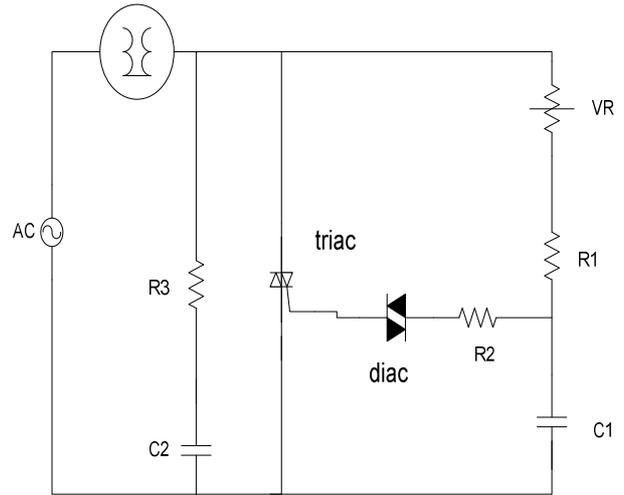
Gambar 5. Cara-Cara Menjalankan Simulink



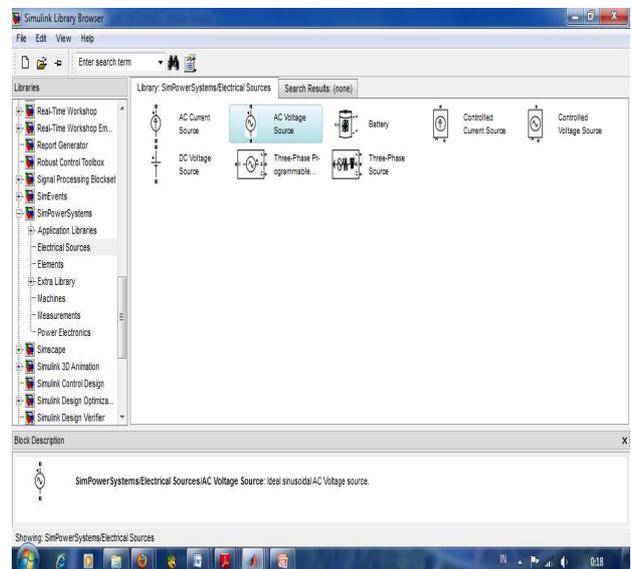
Gambar 6. Tampilan File Model

Dengan menjalankan program ini, kita akan diberikan pilihan blok-blok model yang dapat kita gabungkan satu dengan yang lain untuk membentuk simulasi sistem yang kita kehendaki

Pada gambar 6. memperlihatkan tampilan file model dimana tampilan ini berfungsi untuk menjalankan segala perintah baik merangkai rangkaian dan juga memproses rangkaian tersebut dalam hal ini (*running* program).



Gambar 7. Rangkaian Kontrol



Gambar 8. Penelusuran Sumber Yang Digunakan

E. Skema Rangkaian

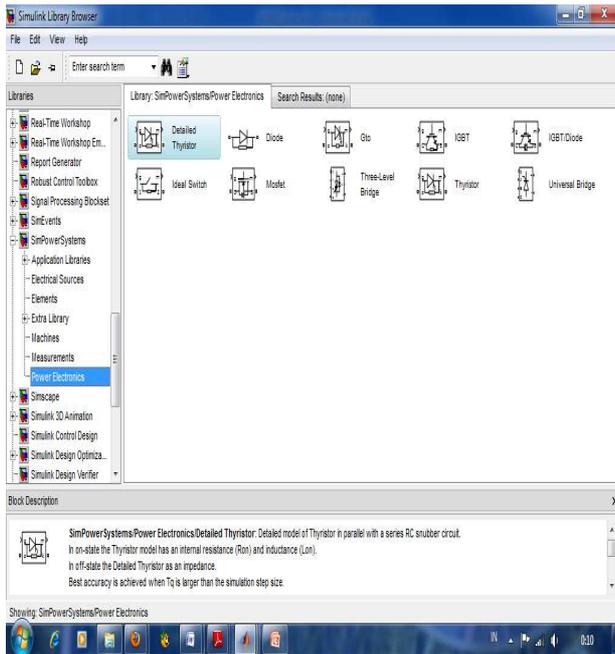
Triac kebanyakan digunakan dalam rangkaian kontrol gelombang penuh ac karena triac memberikan dua kelebihan yaitu :

- a. Rancangan keping pendingin yang lebih sederhana.
- b. Rangkaian pemacu yang relatif lebih ekonomis.

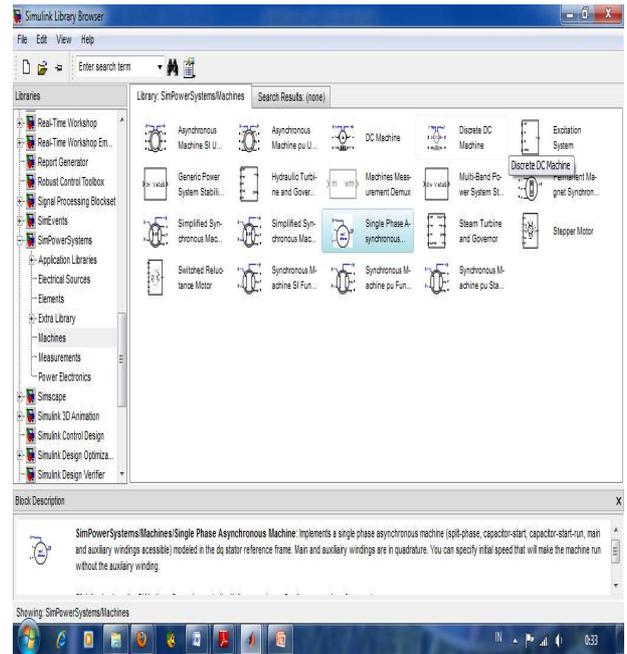
Untuk tugas akhir ini rangkaian kontrolnya dapat dilihat pada gambar 7.

F. Blok “ Electrical Source”

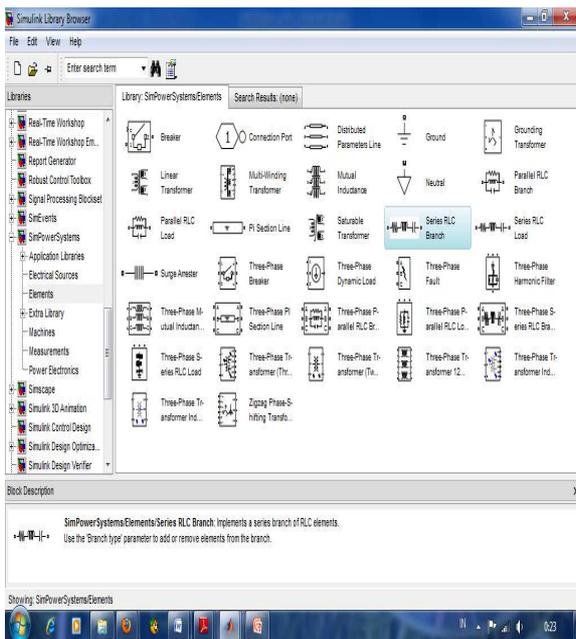
Dimana pada blok ini terdapat beberapa sumber arus maupun tegangan. Seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 9. Penelusuran Komponen Elektronik Yang Digunakan



Gambar 11. Penelusuran Motor Yang Digunakan



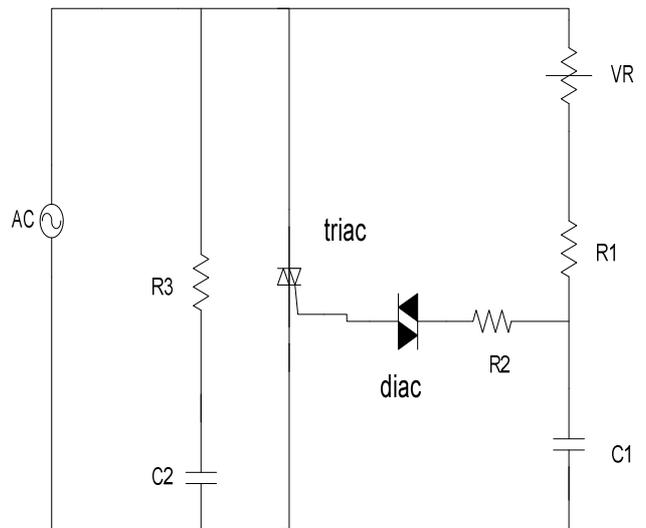
Gambar 10. Penelusuran Kapasitor Dan Resistor

G. Blok “Power Electronics”

Blok “power electronics” adalah blok yang digunakan sebagai sumber data dimana, terdapat beberapa komponen-komponen elektronik didalamnya. seperti pada gambar 9.

H. Blok “Elements”

Dimana pada blok ini banyak terdapat komponen yang telah kompleks atau telah dirangkaikan satu dengan yang lain. Seperti pada gambar 10.



Gambar 12. Rangkaian Kontrol Tanpa Adanya Beban

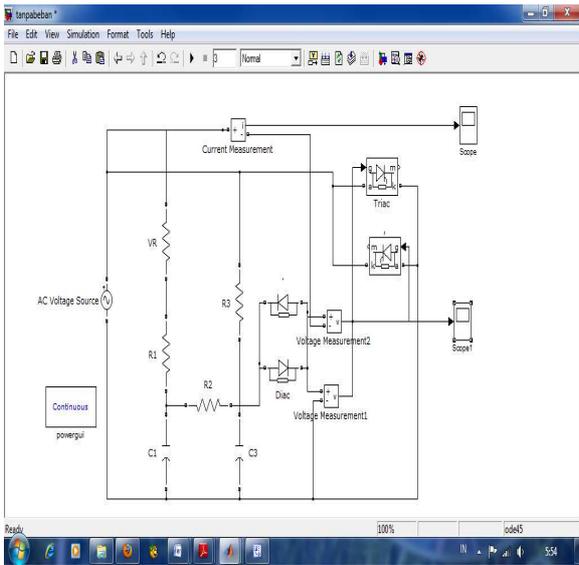
I. Blok “Machines”

Dimana blok ini banyak terdapat berbagai macam mesin-mesin motor baik satu fasa maupun tiga fasa. Seperti pada gambar 11.

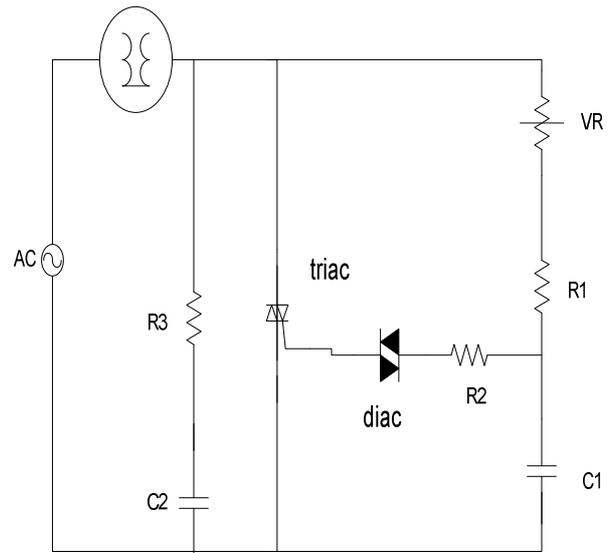
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi tanpa beban dan tanpa gangguan beban luar.

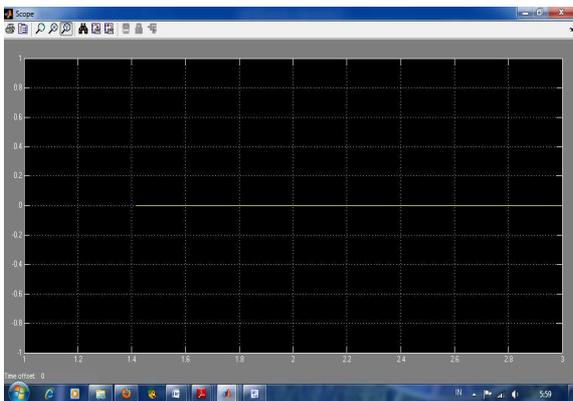
Pada gambar 12. memperlihatkan skema rangkaian kontrol yang hanya dihubungkan dengan sumber tegangan tanpa adanya beban.



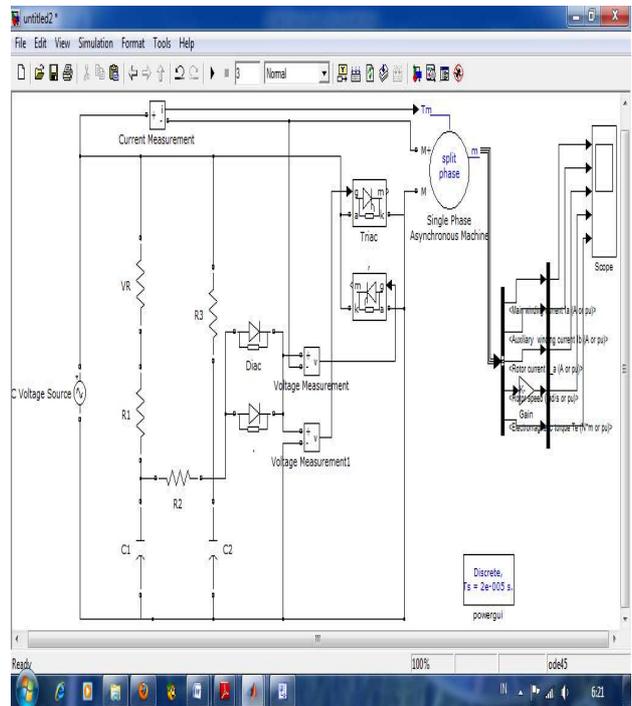
Gambar 13. Sistem Pada Simulink MATLAB



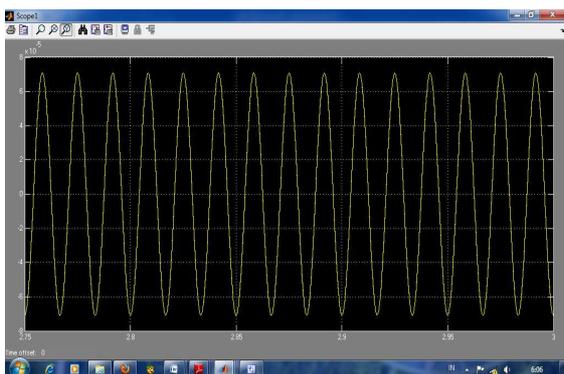
Gambar 16. Rangkaian Kontrol Dengan Beban



Gambar 14. Simulasi Arus



Gambar 17. Sistem Pada Simulink MATLAB



Gambar 15. Simulasi Pada Triac

B. Penampilan Sistem Pada Simulink MATLAB

Pada gambar 13. menampilkan rangkaian kontrol yang telah dirangkai pada sistem MATLAB tanpa adanya beban.

C. Running Program

Dimana, pada gambar 14. tidak ada arus yang mengalir dikarenakan beban motor ditiadakan sedangkan pada gambar 15 adanya gelombang yang terjadi akibat pemucuan diac pada kaki/gerbang pada triac.

D. Kondisi berbeban

Pada gambar 16. dimana, rangkaian kontrol telah dihubungkan pada beban atau dengan motor ac satu fasa.

E. Tampilan Sistem Pada Simulink MATLAB

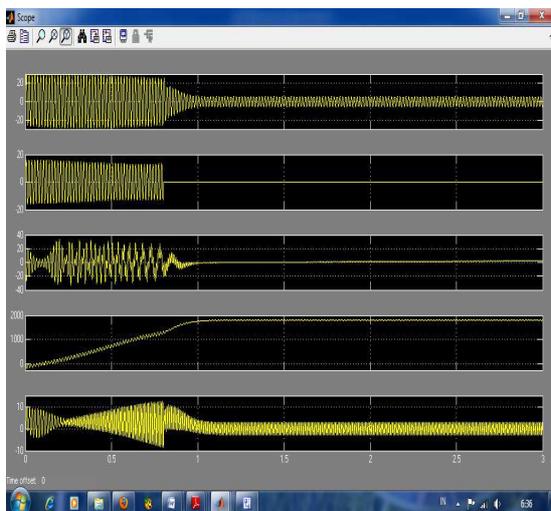
Terlihat pada gambar 17. dimana, rangkaian dibuat pada MATLAB dengan mengacu pada rangkaian kontrol dengan beban

F. Running Program

Bahwa pada saat skema rangkaian diberikan beban (gambar 18) dalam hal ini motor ac satu fasa terjadi beberapa gelombang yang diakibatkan oleh adanya hubungan antara komponen satu dengan yang lain terutama pada komponen diac dan triac. Kedua komponen ini sangat berpengaruh sekali dalam pengoperasian motor ac satu fasa. Adapun bentuk gelombang yang terjadi pada pengoperasian motor ac satu fasa dengan menggunakan thyristor :

1. *Main winding current* (Arus kumparan utama)
2. *Auxiliary winding current* (Arus kumparan bantu)
3. *Rotor current* (Arus rotor)
4. *Speed rotor* (kecepatan rotor)
5. *Electromagnetic torque* (magnet torka)

Sistem pengontrolan kecepatan motor ac dengan menggunakan triac merupakan rangkaian pengendali motor dengan multifungsi. Rangkaian pengendali motor ini dirancang khusus untuk bahan-bahan industri yang sangat dibutuhkan oleh perusahaan sesuai dengan perkembangan zaman yang ada pada saat ini. Asas kerja dari rangkaian pengontrol kecepatan motor listrik ini dengan menggunakan triac melalui perubahan tegangan dan arus yang diberikan oleh sumber arus melalui input dari rangkaian. Dari rangkain infut ini kemudian arus dan tegangan di kelolah dan diumpkan ke *drive* akhir selanjutnya pada drive akhir lalu diperkuat dan dikeluarkan melalui drive akhir ke motor sebagai hasil akhir dari rangkaian ini. Dengan demikian kompenen pada drive akhir tersebut dikontrol oleh rangkaian *drive* awal dengan menggunakan kompenen potensiometer sebagai pengatur arus dan tegangan. Umpan balik dari *drive* awal inilah yang mempengaruhi komponen *drive* akhir secara berkala dengan mengeluarkan (output) berupa arus dan tegangan yang berubah-ubah sehingga kecepatan pada motor berubah pula.



Gambar 18. Hasil Dari Simulasi

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil studi dari pengaturan kecepatan motor ac satu fasa dengan menggunakan thyristor, khususnya thyristor triode dua arah (triac), maka ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Rangkaian sistem pengontrolan kecepatan motor ac dengan menggunakan triac dapat digunakan sebagai pengatur kecepatan motor secara universal
- b. Semakin besar tegangan yang dinaikkan, besar arus juga semakin besar, dan sebaliknya semakin kecil tegangan yang diberikan maka semakin kecil pula arus yang mengalir.
- c. Thyristor adalah peralatan semikonduktor yang baik karena dapat menyearahkan arus bolak-balik maupun pengubahan, yaitu pembalikan dari arus searah ke arus bolak-balik.
- d. Penggunaan motor satu fasa sangat baik karena bisa digunakan untuk arus bolak-balik maupun searah.
- e. Pemakaian peralatan semikonduktor untuk mengatur motor ac satu fasa memberikan beberapa keuntungan khususnya peralatan semikonduktor thyristor dua arah (triac) karena penggunaan komponen-komponen tambahan yang sedikit, juga didapatkan suatu pengaturan yang halus dan kerugian daya yang kecil.

B. Saran

Dari hasil penulisan/penyusunan tugas akhir ini dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan motor ac satu fasa yang efisien harus dibuat konstruksi yang sesuai, seperti penggunaan perak Jerman dan dilaminasi kumparan jangkar.
- b. Penggunaan thyristor harus disesuaikan apakah digunakan sumber tegangan rata-rata atau bolak-balik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kadir, "*Teknologi Instalasi Listrik*", Penerbit LP3ES, Lembaga Penelitian Dan Penerapan Ekonomi Sosial Jakarta.
- [2] Eugene C.L, "*Mesin Dan Rangkaian Listrik*", Penerbit Erlangga, Jakarta, 1989.
- [3] Filzgerald. A.E, "*Mesin-mesin Listrik*", Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
- [4] Margunadi, A.R, "*Pengantar Umum Elektroteknik*". Penerbit P.T. Dian Rakyat, 1983.
- [5] N. Michael, "*Teknologi Instalasi Listrik*", Penerbit Erlangga, Jakarta 1989.
- [6] Raharjo, "*Data Praktis Elektronika*", Penerbit Multi Media, Jakarta 1986.
- [7] Wasito.S," *Teknik Denyut Op-Amp Thyristo*"r, Penerbit Karya Utama, 1982.
- [8] Zuhail,"*Pengantar Teknik Teknik Tenaga Listrik*", Penerbit ITB, Bandung.

