

RANCANG BANGUN TRAINER VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) ANALOG DAN DIGITAL DENGAN SISTEM PENCACAH TEGANGAN PADA LABORATORIUM LISTRIK POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Prasetyo Iswahyudi

Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara

Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani 1/73 Wonocolo Surabaya 60236

Telp. (031)841087, Fax. (031)8490005

ABSTRAK

Salah satu mata kuliah Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara yaitu mesin listrik. Dalam mata kuliah tersebut terdapat materi tentang motor listrik, motor listrik adalah suatu alat yang berfungsi sebagai mesin penggerak dari berbagai peralatan listrik. Pada motor listrik ini terdapat suatu alat yang menjadi kontrol kecepatan putaran yaitu Variable Speed Drive (VSD). Variable Speed Drive memang difungsikan untuk mengatur putaran motor, sehingga motor tersebut dapat berputar sesuai dengan kebutuhan dari alat. Ada dua jenis VSD yaitu VSD dengan sistem pencacah tegangan dan VSD dengan sistem perubahan frekuensi. Pada VSD dengan sistem pencacah tegangan, putaran motor diatur dengan cara merubah input tegangan dari motor, perubahan tegangan ini diatur pada suatu rangkaian yang disebut rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan terdiri dari beberapa komponen elektronik yaitu triac, diac, rangkaian timer dari resistor dan kapasitor. Triac berfungsi untuk mengatur besar tegangan dan kerja triac juga diatur oleh rangkaian time R-C atau rangkaian resistor kapasitor. Dengan mengatur time, output tegangan dari triac juga dapat berubah sehingga putaran motor juga dapat berubah.

Kata kunci: *Variable Speed drive, rangkaian pembagi tegangan, rangkaian R-C, Triac.*

LATAR BELAKANG

Perkembangan peralatan listrik telah mengalami pertumbuhan yang pesat, peralatan-peralatan baru mulai dari peralatan rumah tangga sampai peralatan pabrik hampir semua menggunakan peralatan listrik, sampai pada peralatan transportasi juga telah menggunakan sebagai tenaga listrik.

Sebagian besar peralatan rumah tangga ataupun pabrik yang menggunakan tenaga listrik seperti mesin cuci, mesin pengaduk, maupun sepeda listrik menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama pada peralatan tersebut, mulai menggunakan motor DC sampai motor AC yang digunakan pada alat tersebut.

Seperti yang kita tahu penggerak agar dapat berfungsi haruslah dapat diatur mulai dari kecepatan maupun kekuatan dari penggerak, seperti kipas angin yang harus dapat berputar pelan sampai dengan putaran keras tergantung dari keinginan pengguna peralatan tersebut.

Pada sebagian besar peralatan yang digunakan sebagai penggerak yaitu motor AC atau motor dengan sumber listrik arus bolak-balik. Sehingga perlu suatu alat yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan atau kekuatan supaya tenaga putaran motor dapat dioperasikan sesuai dengan keinginan pengguna peralatan listrik.

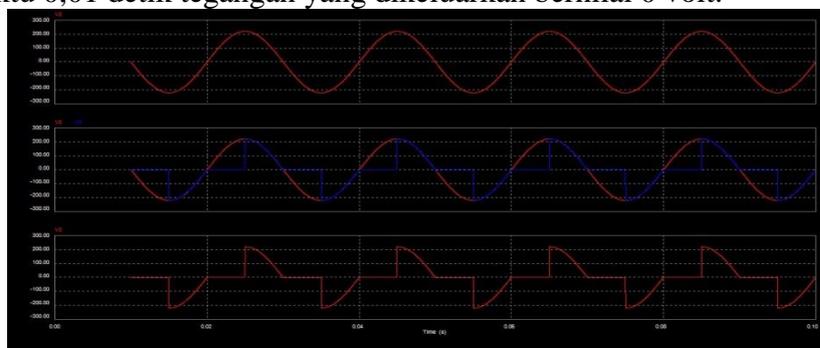
Peralatan untuk pengatur kecepatan motor listrik biasa disebut dengan *Variable Speed Drive* (VSD) atau *inverter*, peralatan ini berfungsi mengatur putaran motor dengan perubahan frekuensi dan jalan lain untuk mengatur putaran dapat pula dengan merubah tegangan sehingga penulis dapat membuat suatu alat sebagai pembelajaran di tempat studinya dengan konsep pengatur motor dengan sistem baru maka penulis mengambil judul tugas akhir **“RANCANG BANGUN TRAINER VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) ANALOG DAN DIGITAL DENGAN SISTEM PENCACAH TEGANGAN PADA LABORATORIUM LISTRIK POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA”**.

KONSEP DASAR RANCANGAN

Konsep dasar rancangan *Variable Speed Drive* ini yaitu gelombang tegangan tiga fasa dari sumber catu daya masuk kedalam rangkaian pengatur daya. Pada rangkaian ini terdapat triak yang akan mencacah tegangan, besar kecilnya tegangan yang dihasilkan dari keluaran triac tergantung dengan waktu yang digunakan untuk membuka *gate* pada triak.

Besarnya waktu ini ditentukan oleh rangkaian R-C pada rangkaian pengatur daya, jika tegangan pada tiap-tiap fasa tersebut memiliki besar frekuensi 50 Hz maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 1 gelombang penuh (*periode*) yaitu sebesar $1:50 = 0.02$ detik, dan untuk mencapai setengah gelombang yaitu 0.01 detik.

Triac mencacah pada gelombang puncak dan lembah dalam arti melakukan dua kali pencacahan dalam satu gelombang penuh, atau satu kali *switching* pada setengah gelombang penuh. Seperti penjelasan diatas memerlukan waktu 0.01 detik jadi triac melakukan *switching* antara waktu 0-0.01 detik. Semakin cepat waktu *switching* yang dilakukan maka semakin besar pula nilai tegang yang di keluarkan oleh triac, jika *switching* dilakukan pada tepat waktu 0 detik tegangan output akan keluar maksimum seperti tegangan input, dan jika *switch* dilakukan pada waktu 0,01 detik tegangan yang dikeluarkan bernilai 0 volt.



Gambar 1 Gelombang *input* dan *output* triac.

Pada gambar diatas adalah gelombang input (gambar pertama), dan gambar hasil pencacahan (gambar ketiga) pada triac. Terlihat bahwa besar luasan

gelombang tersebut berbeda maka besar tegangan rata-rata yang dihasilkan pun akan berbeda (lebih kecil dari tegangan input). Gambar diatas adalah ketika triac mendapat *trigger* 0.005 detik atau saat mencapai seperempat dari satu gelombang penuh.

Pencacahan nilai tegangan tersebut terjadi pada setiap fasa, dengan syarat besar tegangan besar beda sudut antar fasa dan frekuensi harus tetap seimbang seperti tegangan input. Karena bila terdapat selisih yang terlalu besar pada tegangan motor dapat tidak berputar karena beda potensial tiap-tiap fasa tidak seimbang.

Rangkaian ini nilai waktu *switching* ditentukan oleh rangkaian R-C atau (resistor dan kapasitor). Dan pada rangkaian yang akan dibuat perubahan nilai R-C dengan cara menggunakan *Potensiometer* atau *Variable Resistor* untuk merubah nilai dari R. rumus dari waktu *switching* yaitu $t=R \times C$.

Karena nilai tegangan output tiap-tiap fasa dan selisih sudut tiap-tiap fasa harus sama besarnya, maka terdapat rangkaian khusus untumenyatukan tiga potensio, agar kondisi *output* dapat terpenuhi.

Sistem pengoperasian analog dapat dengan langsung memutar potensio tersebut. Dan cara digital yaitu dengan menggunakan tombol yang telah terhubung dengan relay, relay ini terhubung dengan rangkaian resistor dan akan merubah nilai resistansi dari rangkaian R-C. Pengoperasian ini dapat dirubah sesuai kebutuhan semisal digunakan untuk mengatur motor pada mesin *Air Conditioning* fungsi PC dapat digantikan dengan sensor suhu, atau sensor lain.

Motor Induksi

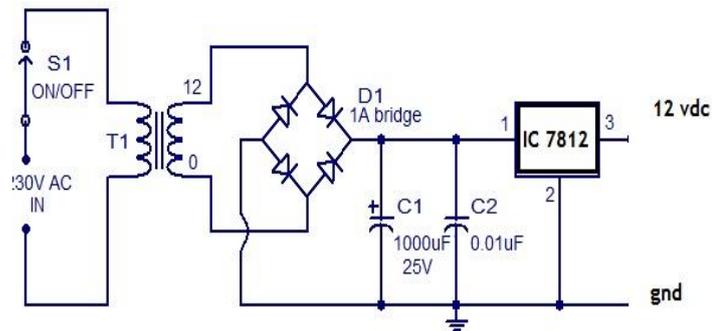
Motor induksi yaitu motor satu fasa maupun tiga fasa yang akan diatur kecepatan putarannya oleh rancangan VSD yang akan di buat oleh penulis, kecepatan putaran maksimum apabila motor mendapat tegangan maksimum, dan akan berkurang kecepatan motor apabila kita memberikan suplay tegangan kurang. Besar tegangan yang masuk ke motor tergantung dari tegangan output dari triac.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dimulai dari menentukan rangkaian *time* R-C selanjutnya menggabungkan rangkaian tersebut dengan rangkaian pembagi tegangan dan sistem tersebut yang akan digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk pada motor.

Power Supplay

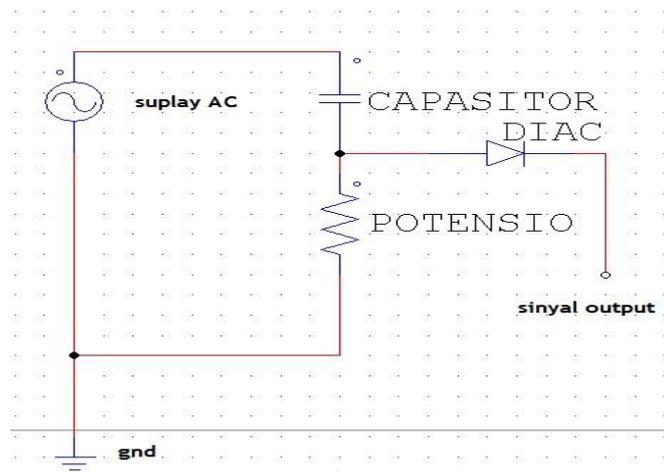
Power supplay pada rangkaian ini berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk sumber penyalan relay, prinsip *power suplay* ini yaitu merubah tegangan AC 220 V pada sisi input alat dan akan di turunkan menjadi 12 VAC yang selanjutnya akan di searahkan oleh *diode Bridge* dan akan keluar sebagai tegangan DC yang masih memiliki ripple, dan selanjutnya akan di saring oleh kapasitor untuk mengurangi *ripple* dan akan di regulasi oleh IC 7812 supaya tegangan *output* setabil 12 V DC



Gambar 2 Rangkaian Power supply

Rangkaian Time Analog

Rangkaian ini tersusun dari rangkaian potensiometer yang di seri dengan kapasitor 40 uF di seri dengan 50 Kohm, pada rangkaian ini berfungsi sebagai pembangkit trigger pulsa trigger. Selanjutnya output dari kapasitor akan keluar dan besarnya tegangan yang keluar dibatasi oleh diac supaya sinyal dapat terbentuk secara teratur.



Gambar 3 Rangkaian time R-C untuk trigger triac

Besar frekuensi sinyal output diatas bergantung dengan besarnya nilai resistansi dan kapasitansi dari resistor dan kapasitor, besarnya output tegangan bergantung dengan diac yang digunakan.

Untuk frekuensi sinyal output yaitu dengan rumus $t = R \times C$ dimana t = besar frekuensi atau waktu trigger R = resistansi dan C =kapasitansi.

Pada alat ini menggunakan resistor 50 K ohm dan kapasitor 40u F sehingga besar frekuensi saat potensio maksimal yaitu:

$$t = 50.000 \times 0.000004 \text{ sehingga besar}$$

$$t = 0.02 \text{ detik per satu sinyal}$$

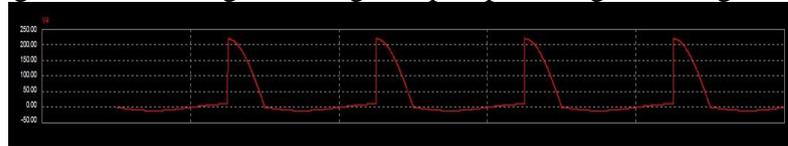
Dan ketika potensio minimal resistansi 0 ohm maka:

$$t = 0 \times 0.000004$$

$$t = 0 \text{ detik}$$

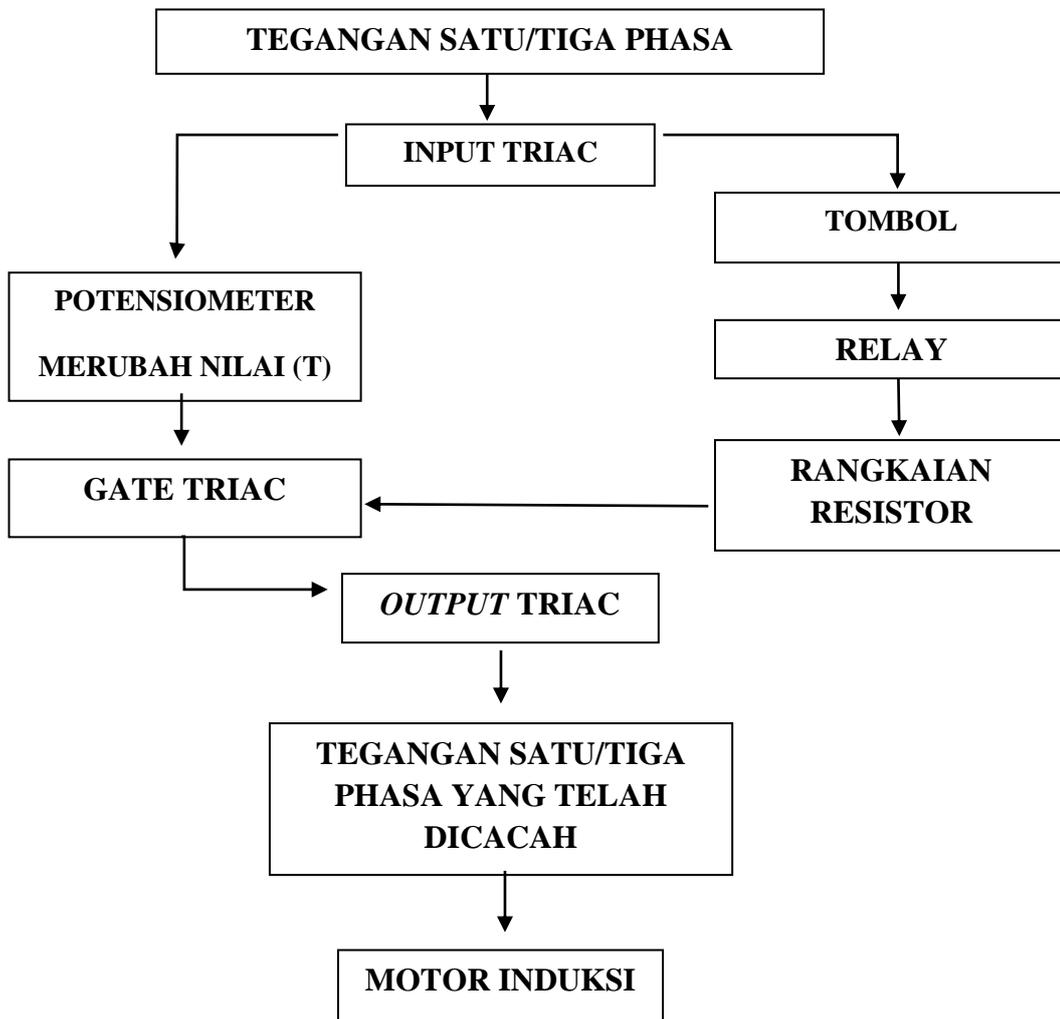
Dengan tegangan output sebesar kapasitas diac yaitu 5V.

Selanjutnya sinyal output ini yang dimanfaatkan untuk mengatur dari output triac, untuk lebih jelasnya penulis menggunakan simulasi PSIM untuk mempermudah dalam menganalisa bentuk gelombang maupun periode gelombang.

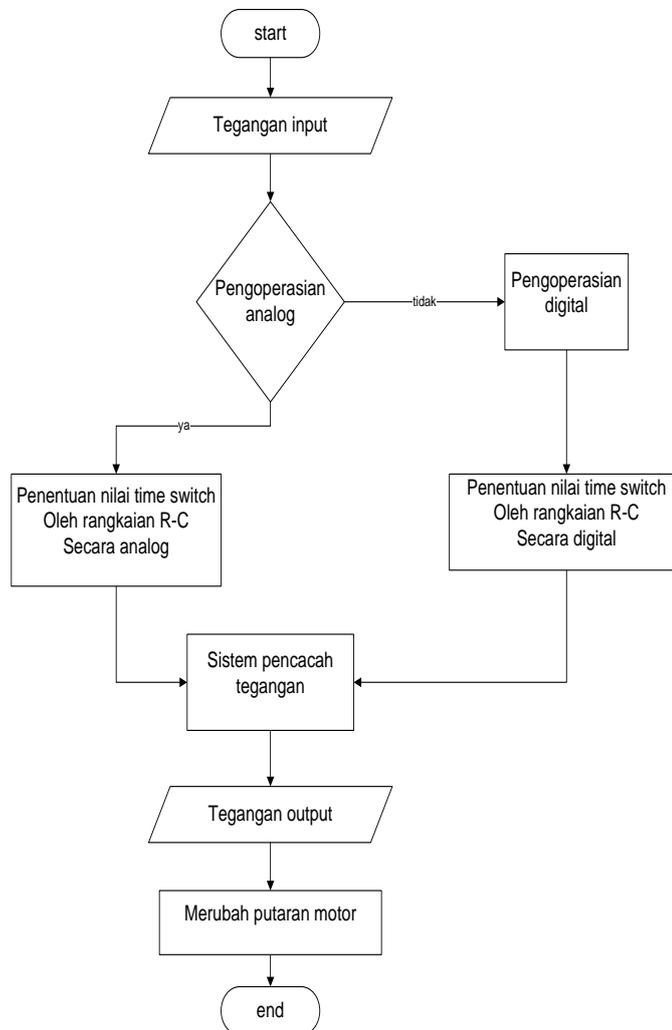


Gambar 4 Output gelombang pada rangkaian R-C

Blok Diagram Rancangan



Flow Chart Rancangan



PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini akan membahas tentang pengujian terhadap perencanaan dari sistem yang telah dibuat pada Bab III sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem dan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan atau belum. Adapun tahap-tahap pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian *input* dan *output* tegangan 1 dan 3 fasa secara analog.
2. Pengujian *input* dan *output* tegangan 1 dan 3 fasa secara digital.
3. Pengujian perubahann tegangan terhadap kecepatan putar motor.
- 4.

Pengujian *Input* dan *Output* Tegangan 1 dan 3 Fasa Secara Analog.

Pengujian ini dilakukan untuk menguji input tegangan satu dan tiga fasa, input ini akan diolah dalam rangkaian pencacah daya dan kemudian kita dapat

mengatur besar *output* tegangan dengan dengan cara analog (memutar potensiometer) pada alat yang telah ada.

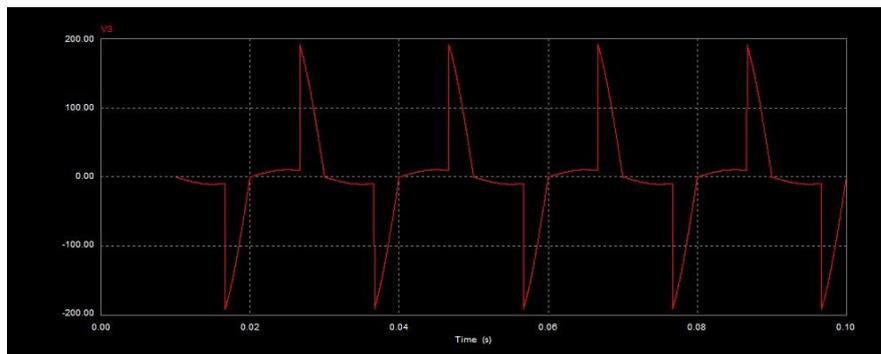
Di bawah ini gambar pengoprasian VSD dengan input satu atau tiga fasa.



Gambar 5 *input* tegangan rancangan VSD

Pengujian *Input* dan *Output* Tegangan 1 dan 3 Fasa Secara Digital.

Pengujian ini dilakukan untuk menguji input tegangan satu dan tiga fasa, input ini akan diolah dalam rangkaian pencacah daya dan kemudian kita dapat mengatur besar output tegangan dengan dua cara yaitu dengan cara digital yaitu dengan cara menekan tombol pada alat yang telah ada.



Gambar 6 Gelombang output speed

Pengujian Perubahan Tegangan Terhadap Kecepatan Putaran Motor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kecepatan motor terhadap perubahan tegangan output yang telah dihasilkan oleh VSD.

Cara melakukan percobaan ini sama dengan percobaan diatas namun kali ini kita menghubungkan tegangan output ke pada motor satu fasa atau motor tiga fasa.



Gambar 7 *output* tegangan VSD

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dengan merancang *Variable Speed Drive* dengan sistem pencacah tegangan satu fasa dan tiga fasa penulis memiliki beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kita dapat mengatur kecepatan motor selain menggunakan frekuensi yang dirubah juga dapat menggunakan *input* tegangan yang bervariasi.
2. Karakteristik motor AC satu fasa lebih sulit melakukan *soft start* dibanding motor AC tiga fasa dan juga pada *power* motor tiga fasa terbukti lebih halus dan juga lebih kuat sehingga peralatan yang membutuhkan kecepatan dan kekuatan yang konstan lebih sering menggunakan motor tiga fasa.

DAFTAR PUSTAKA

Edminister, Joseph . 2007. "Rangkaian Listrik Edisi 4". Yogyakarta.

Mismail, Budiono. 2010. "Dasar Teknik Elektro" . Jakarta.

Frank, D Petuzzela. 2009. "Elektro Industri". Jakarta.

Charles, Siskind. 1995. "Electrical Machining". Graw Hill kogakusha.

Wati, Dwi Ana Ratna, SISTEM KENDALI CERDAS, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2010.

B.L Theraja, A TEXT BOOK OF ELECTRICAL TECHNOLOGY, Vol II Chapter 29.