

JUS TEKNO

Jurnal Sains & Teknologi

RANCANG BANGUN TRAINER MOTOR DC UNTUK PRAKTIKUM TEKNIK TENAGA LISTRIK BERBASIS PLC DAN HMI

PERANCANGAN DC DRIVE

Febry Eka Citra¹. Mochammad Mulia². Aji Pranowo³

Jurusan Teknik Elektro STTDB (Duta Bangsa),

JL.Kalibaru Timur Kel.Kalibaru Medan Satria Kota Bekasi

febryekacitra92@gmail.com

Abstrak— “Perancangan dc drive untuk pengaturan kecepatan motor dc berbasis plc dan hmi” Memanfaatkan PLC omron CJ1M dan HMI Touch panel Delta DOP B07S411 sebagai system otomasi dan sarana monitoring data .Yaitu dengan memperbaharui Trainer yang sudah ada dengan cara menambah PLC dan HMI serta DC drive sebagai kontrolnya.Untuk mencapai tujuan penelitian, maka dalam penulisan ini penulis menggunakan metode-metode Metode observasi, yaitu metode pengumpulan data dengan melakukan Pengamatan atau datang langsung ke lokasi penelitian. Metode perancangan, yaitu dengan merancang alat secara langsung dengan perencanaan yang sudah di tentukan.Studi kepustakaan , yaitu pengumpulan buku-buku yang dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan dan penyampaian informasi. Pengujian ini merupakan penjelasan materi dan memahami materi yang telah di pelajari di mata kuliah kampus yang di aplikasikan terhadap perancangan dan pembuatan alat trainer generator tersebut, dapat mengontrol dan memonitoring trainer motor DC berbasis HMI dan PLC.

Keywords—Kunci : HMI , PLC , DC drive

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi yang berkembang cukup cepat dan sering bersaing maka kita di tuntut untuk tidak tertinggal, saat ini setiap perusahaan berusaha mengembangkan teknologi dengan berbagai kemampuan sumber daya manusia yang bersaing untuk maju dan tidak ketinggalan. Oleh karena itu, praktikum yang baik dan amdal haruslah ditunjang dengan ketersediaan alat peraga yang mumpuni dalam menciptakan sumberdaya manusia yang siap untuk bersaing dalam kemajuan teknologi dewasa ini

Jika ketidak tersediaan alat peraga dan kurangnya instrument yang terkini, tentu sangat mempersulit kita sebagai mahasiswa untuk menerapkan materi atau teori yang telah di dapat dalam perkuliahan. Praktikan lebih sulit mengerti apabila hanya melalui simulasi visual dari komputer atau laptop. Contohnya pada mata kuliah Teknik Tenaga Listrik. Berdasarkan masalah tersebut maka penulis Memodifikasi alat peraga atau *Trainer* praktikum untuk digunakan dalam mata kuliah tersebut dalam sebuah

Tugas Akhir dengan judul “ Pembuatan Modul DC Drive untuk *Trainer* Motor DC Berbasis PLC dan HMI ”. Semoga dengan pembuatan trainer ini memberikan gambaran kepada mahasiswa yang ingin belajar tentang apa dan bagaimana motor dc, generator dc itu, langsung dengan alat trainer tersebut

II. PERANCANGAN ALAT

Motor DC

Motor dc penguat terpisah merupakan salah satu dari jenis motor dc yang dapat menambah kemampuan daya dan kecepatan karena memiliki fluks medan (Φ) yang dihasilkan oleh kumparan medan, yang terletak secara terpisah dan mempunyai sumber pembangkit tersendiri berupa tegangan DC. Sehingga dengan demikian, jenis motor dc penguat terpisah ini sangat memungkinkan untuk dapat membangkitkan fluks medan (Φ) bila dibandingkan dengan menggunakan motor dc magnet permanen. Karena motor dc penguat terpisah mempunyai fleksibilitas dalam pengontrolan,

Hal ini dapat kita amati dari persamaan dasar motor dc, sebagai berikut:

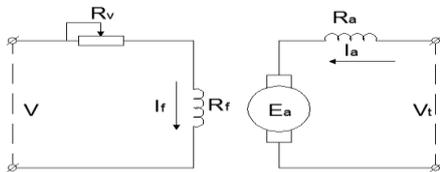
Hukum kirchoff tegangan pada armature

$$V_T = E_a + I_a \cdot R_a$$

Hukum tegangan kirchoff pada field

$$V = I_f \cdot R_f + I_f \cdot R_v$$

$$= I_f (R_f + R_v)$$



Gambar 0.1 Rangkaian ekuivalen motor DC penguat terpisah

Dari rumus sebelumnya diketahui:

$$E_a = N \omega \phi_{maks}$$

$$= N 2 \Pi f \phi$$

Sedangkan $f = k n$, maka

$$E_a = N 2 \Pi k n \phi$$

$$= c n \phi$$

Dari rumus 3.1 di atas diketahui:

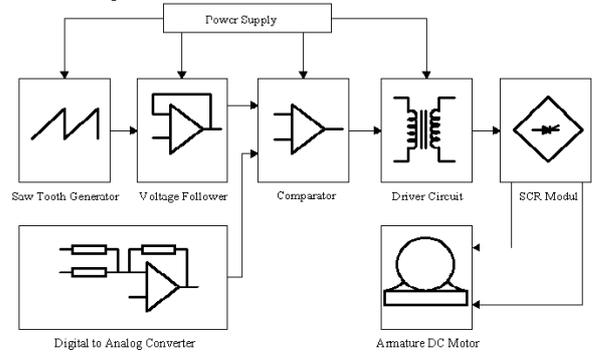
$$V_T = E_a + I_a \cdot R_a$$

$$V_T = c n \phi + I_a \cdot R_a, \text{ maka}$$

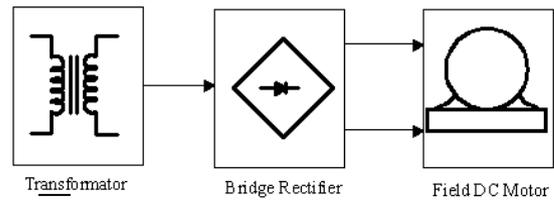
$$n = \frac{V_T - I_a \cdot R_a}{c \phi}$$

Dari rumus tersebut diketahui bahwa untuk merubah nilai kecepatan putaran motor DC yaitu dengan merubah tegangan sumber yang mensuplai armature dan besarnya fluks medan pada field. Oleh karena itu, hal yang mudah dilakukan untuk mengatur kecepatan putar pada motor DC untuk bermacam jenis daya adalah dengan mengatur tegangan sumber

armaturenya

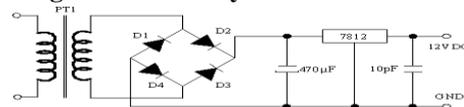


Gambar 1 Blok diagram pengaturan tegangan armatur motor DC

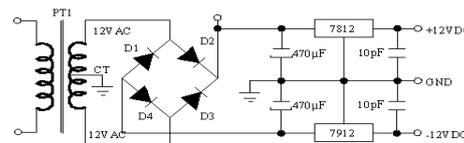


Gambar 2 Blok diagram penyearah tegangan field motor

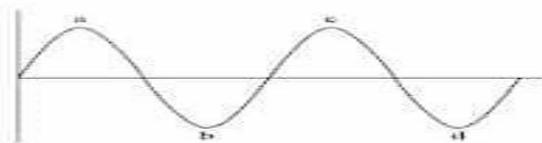
Rangkaian Catu Daya



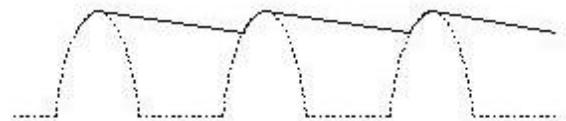
Gambar 0. Rangkaian catu daya single voltage



Gambar 4 Rangkaian catu daya dual voltage



Gambar 5 Sinyal output bridge rectifier

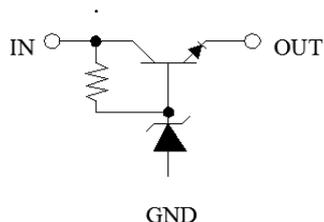


Gambar 6 Sinyal output filter kapasitor

- Bagian keempat adalah rangkaian penstabil tegangan. Pada umumnya atau kebanyakan dari sebuah catu daya menggunakan penstabil tegangan dengan IC regulator LM 78XX. Untuk rangkaian catu daya di atas menggunakan IC

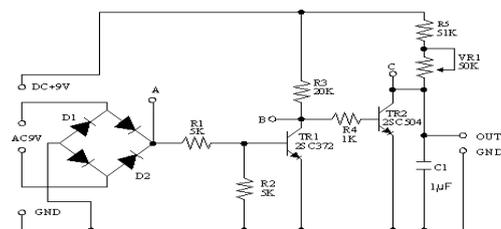


regulator LM 7812 untuk stabilitas tegangan output positif 12 Vdc . Sedangkan untuk menghasilkan tegangan output negatif menggunakan IC regulator LM 79XX, yaitu LM 7912 untuk tegangan -12 Vdc



Gambar 7 Konfigurasi internal regulator

Rangkaian Osilator Signal Gigi Gergaji



Gambar 8 Rangkaian osilator signal gigi gergaji
Rangkaian ini terdiri dari tiga bagian yaitu:

- Bridge Rectifier

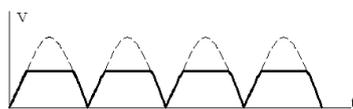
Rangkaian ini berfungsi merubah tegangan AC menjadi sinyal DC penuh dengan frekuensi dua kali frekuensi AC-nya. Jika frekuensi tegangan AC 50Hz, maka keluaran dioda bridge 100 Hz.



Gambar 9 Sinyal output bridge rectifier

- Transistor sebagai Saklar

Ada dua buah transistor yang bekerja sebagai saklar, transistor pertama TR₁ berfungsi merubah fasa sinyal DC



Gambar 10 Sinyal Ooutput jaringan resistor pembagi tegangan



Gambar 11 Sinyal output transistor TR₁

Transistor kedua TR₂ sebagai pengendali proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Pada saat transistor cutt-off (bila sinyal menuju basis kondisinya low), maka kapasitor dalam kondisi charge/ pengisian muatan. Arus pengisiannya dibatasi oleh resistor dan variable resistor. Setelah kapasitor penuh, tegangan jatuh pada kapasitor sama dengan Vcc.

Jika transistor dalam kondisi saturasi (bila sinyal menuju basis kondisinya high), maka kapasitor mengalami discharge/ pengosongan muatan. Muatan yang semula penuh, dikosongkan melalui transistor menuju ground. Waktu pengosongannya sangat singkat, karena tidak terdapat resistor.

Keluaran rangkaian ini akan menghasilkan sinyal gigi gergaji

- Rangkaian RC

Nilai RC inilah yang menentukan bentuk sinyal gigi gergaji. Semakin besar nilai resistornya (kapasitor nilainya tetap), maka waktu pengisiannya lama, sehingga bentuk gigi gergajinya landai. Untuk waktu pengosongan sangat cepat, karena tidak dibatasi oleh resistor, sehingga grafiknya lurus langsung turun ke bawah.

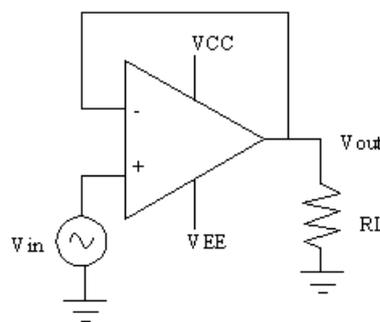


Gambar 12 Signal output transistor TR₂

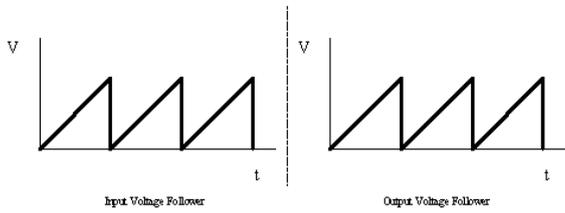
Rangkaian Penguat Pengikut Tegangan

Signal gigi gergaji yang dihasilkan oleh rangkaian sebelumnya diumpankan ke sebuah rangkaian isolasi berupa penguat voltage follower/ pengikut tegangan/ penguatan satu. Bentuk, nilai dan fasa signal output dari rangkaian isolasi ini tidak berubah sesuai bentuk, nilai dan fasa inputnya.

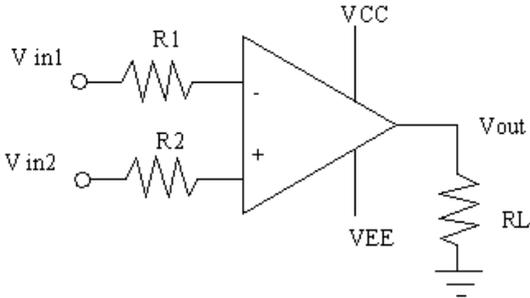
Tujuan adanya rangkaian ini untuk mencegah terjadinya campuran signal dari input sebelumnya dengan tegangan DC searah, sehingga dapat merusak bentuk signal aslinya.



Gambar 14 Rangkaian penguat pengikut tegangan



Gambar 2 Signal input dan output voltage follower
Rangkaian PWM (Pulse Width Modulation)

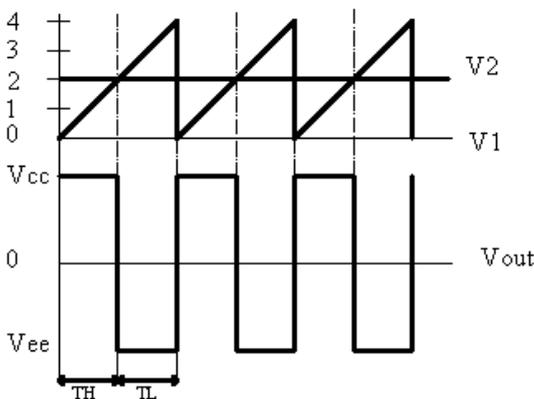


Gambar 3 Rangkaian comparator

Comparator merupakan penguat op-amp yang membandingkan nilai kedua masukannya. Keluaran comparator akan berada pada tiga kondisi, yaitu:

- $V_1 > V_2$ \rightarrow $V_{OUT} =$ saturasi negative
- $V_1 < V_2$ \rightarrow $V_{OUT} =$ saturasi positif
- $V_1 = V_2$ \rightarrow $V_{OUT} = 0/$ nol

V_1 : masukan membalik V_2 : masukan tak membalik

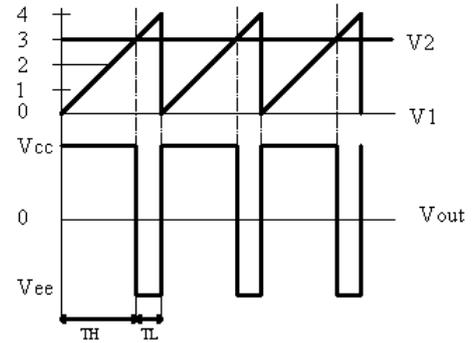


Gambar.4 Sinyal output modulasi

Bentuk dan nilai V_1 tetap yaitu signal gigi gergaji dengan tegangan misal sebesar $4 V_p$. Tetapi nilai tegangan V_2 selalu berubah-ubah tergantung pengaturan Variable Resistor atau nilai biner DAC-nya, misal $2 V_{dc}$. Rangkaian PWM ini yang berbentuk comparator selalu membandingkan nilai kedua masukannya setiap saat $V(t)$.

Dari $(t) 0^0$ sampai $(t) 90^0$, nilai $V_2 > V_1$, maka keluaran comparator adalah saturasi positif (V_{CC}). Dari $(t) 90^0$ sampai $(t) 180^0$, nilai $V_1 > V_2$, maka keluaran comparator adalah saturasi negative (V_{EE}).

Keluaran comparator sepenuhnya berbentuk signal AC kotak. Dari ilustrasi gambar di atas terlihat bahwa untuk nilai V_1 dan V_2 tersebut akan menghasilkan nilai T_{HIGH} (periode high) dan T_{LOW} (periode low) yang sama.



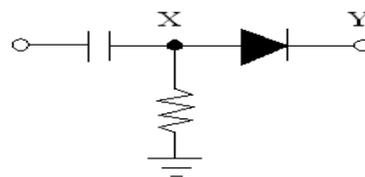
Gambar 5 Sinyal output modulasi PWM

Perhatikan gambar di atas, jika nilai V_2 diubah menjadi $3 V_{dc}$, maka akan menambah lebar pulsa untuk sisi highnya (T_H), sedangkan sisi lownya akan berkurang.

Jadi untuk menghasilkan lebar pulsa yang berubah-ubah, kita harus merubah nilai tegangan DC-nya. Nilai V_2 yang kecil akan menyebabkan lebar pulsa sisi high kecil dan nilai V_2 yang besar akan menyebabkan pulsa sisi high bertambah lebar.

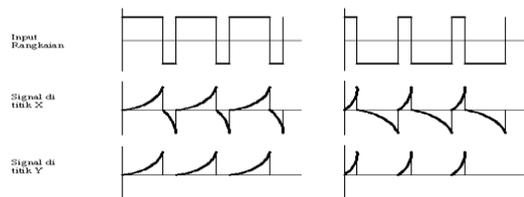
Hal yang perlu diperhatikan secara seksama yaitu, menghindari kenaikan tegangan DC V_2 melebihi V_p signal gigi gergaji. Hal ini akan menyebabkan keluaran comparator sama dengan saturasi positif (tegangan DC bukan signal DC).

3.1.1 Rangkaian Pembatas Sinyal DC Negatif



Gambar 6 Rangkaian pembatas signal DC negatif

Rangkaian RC di atas menyebabkan signal kotak keluaran comparator akan menjadi signal segitiga yang curam. Akan terjadi pengisian dan pengosongan pada kapasitor secara berulang – ulang.

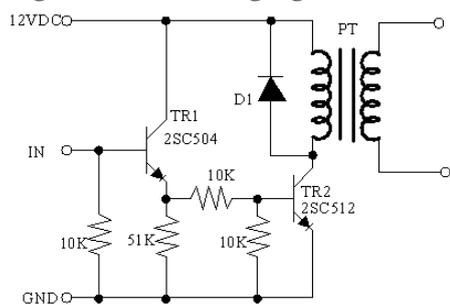


Gambar 7 Signal input dan output rangkaian

Terjadi proses pengisian pada saat keluaran comparator signal positif. Sehingga menghasilkan signal positif pula. Proses pengosongan terjadi pada saat keluaran comparator posisi nol. Keluaran comparator pada sisi negative akan terjadi proses pengisian kapasitor dengan arah arus pengisian berlawanan dengan arah arus pengisian pada saat signal positif.

Setelah melewati dioda, signal negative diblocking oleh dioda, sehingga hanya signal positif saja yang bisa melewati dioda (prinsip penyearah setengah gelombang).

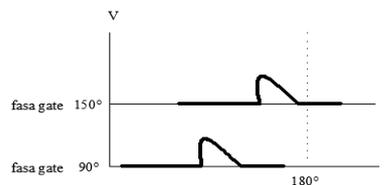
Rangkaian Inverter Tegangan



Gambar 8 Rangkaian inverter tegangan

Rangkaian ini terdiri dari dua buah transistor sebagai driver/ saklar, menguatkan arus yang akan mendriver trafo. Karena untuk mendriver trafo (merupakan beban induktif) dibutuhkan arus yang besar. Sinyal positif yang masuk ke input akan menyebabkan TR₁ bekerja, mengakibatkan tegangan jatuh pada kaki emitor sefasa dengan sinyal inputnya. Melalui jaringan resistor pembagi tegangan, sinyal dikaki emitor tersebut menjadi setengahnya. Sinyal ini kemudian mentrigger TR₂, akibatnya transistor dalam kondisi saturasi. Tegangan positif 12 V_{DC} mengalir melalui lilitan primer trafo menuju ground. Hal ini akan mengakibatkan trafo beresilasi, sehingga pada lilitan sekunder trafo akan dibangkitkan sinyal. Trafo ini berfungsi sebagai isolasi rangkaian signal gate SCR (kopling trafo). Konfigurasi ini diperlukan agar arus dan tegangan yang besar yang mengalir pada SCR tidak akan mengalir menuju rangkaian signal ini, maka rangkaian signal gate ini aman dari kerusakan.

Jika sinyal inputnya nol, maka kedua transistor dalam kondisi cut-off, akibatnya arus dari ground balik menuju kaki emitor – kolektor TR₂. kemudian melewati dioda sampai ke sumber tegangan. Dioda ini berfungsi sebagai proteksi arus balik pada saat transistor cut-off yang akan melindungi transistor dari aliran arus yang besar yang lambat, karena harus melewati beban induktif.

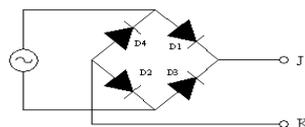


Gambar.9 Signal gate pada fasa 90⁰ dan 150⁰

Rangkaian Penyearah Utama

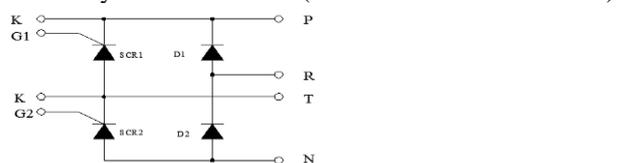
- Penyearah Tetap (Uncontrolled Rectifier Circuit)

Penyearah jenis ini akan menghasilkan tegangan DC yang tetap. Tegangan keluarannya digunakan untuk mensupply kumparan field motor DC. Polaritas tegangan keluarannya akan menentukan arah putaran motor DC. Oleh karena itu, metode ini digunakan untuk membalik arah putaran motor DC.



Gambar 10 Rangkaian penyearah tetap sistem jembatan

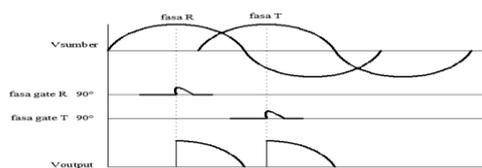
- Penyearah Terkendali (Controlled Rectifier Circuit)



Gambar.11 Rangkaian penyearah SCR 2 fasa

Penyearah jenis ini akan menghasilkan penyearahan terkendali gelombang penuh, frekuensi keluarannya 100 Hz. Setengah siklus pertama (0 ~180⁰), arus mengalir dari fasa R menuju diode D₁, terminal P, ke beban, masuk melewati SCR₂, menuju fasa T. Proses ini menghasilkan setengah gelombang pertama.

Setengah siklus kedua (180 ~360⁰), arus mengalir dari fasa T menuju SCR₁, terminal P, mengalir ke beban, kemudian masuk melewati diode D₂ menuju fasa R. Proses ini menghasilkan setengah gelombang kedua, sehingga keluarannya berupa gelombang penuh terkendali.



Gambar 12 Sinyal keluaran proses penyearahan terkendali

III. PEMBAHASAN

Cara kerja alat

Sebelum mengoperasikan alat ini, sebaiknya harus memahami prinsip kerja ini, agar tidak terjadi kesalahan

dalam pengoperasian yang dapat menyebabkan kerusakan pada alat ini. Alat ini dibuat dalam blok – blok rangkaian yang akan bekerja sesuai dengan fungsinya masing – masing. Rangkaian *catu daya* adalah paling *vital* dalam sebuah alat elektronika, yang bertugas men- *supply* tegangan ke blok-blok rangkaian yang lain, seperti blok rangkaian mikrokontroler, blok rangkaian *display*, blok rangkaian *input*, blok rangkaian driver, motor dan lainnya. Rangkaian mikrokontroler merupakan pengendali utama yang menerima signal *input* dari blok rangkaian *input* maupun dari komunikasi serial, serta mengirim kembali ke computer, yang kemudian akan digunakan untuk menggerakkan motor DC

Untuk lebih mudah dalam memahami prinsip kerja alat ini, terlebih dahulu kita harus memahami arah aliran data dari semua blok rangkaian yang ada. Untuk lebih jelas lihat kembali pada bab sebelumnya. Pada prinsipnya dalam mengatur kecepatan motor DC ialah dengan mengatur tegangan yang masuk pada *armature* motor DC tersebut. Semakin besar tegangan yang ada pada motor DC maka akan semakin kencang putaran motor DC tersebut. Untuk mengatur tegangan *armature* tersebut maka diperlukan driver motor DC. Driver motor DC ini digunakan untuk mengatur pulsa pada *gate SCR* sehingga *output* dari SCR ini dapat dikendalikan. Untuk mengkomunikasikan nilai *digital* pada mikrokontroler dengan *input* driver motor DC maka di perlukan sebuah DAC sehingga dengan tidak langsung mikrokontroler akan mengendalikan putaran motor DC sesuai nilai-nilai *digital* yang diberi mikrokontroler kepada rangkaian DAC. Rangkaian setting digunakan untuk memasukan nilai-nilai yang ingin dicapai.

Cara pengoperasian

Dalam pengoperasian motor DC ini, akan lebih mudah bila memahami prinsip kerja dari alat ini, berikut ini adalah beberapa urutan langkah pengoperasian dari alat ini, yaitu :

1) Nyalakan Alat Proteksi

Terdapat 3 alat proteksi yang harus dinyalakan ketika awal ingin menghidupkan Trainer motor DC, yaitu :

a) MCB 1 (*control*) 1 fasa 220 VAC

MCB 1 digunakan untuk mengamankan rangkaian Driver motor DC dan rangkaian *control PLC, HMI* serta power supply 24V DC

b) MCB 2 (Power Motor DC) 1 fasa 220 VAC

MCB ini digunakan untuk mengamankan input motor DC. Sehingga saat MCB ini pada kondisi OFF tegangan pada *armature* dan *field* motor DC tidak akan terhubung kesumber tegangan.

c) MCB 3 (Power *Field* Generator) 1 fasa 220 VAC

MCB ini digunakan untuk mengamankan tegangan yang masuk pada *field* Generator DC. sehingga bila MCB ini tidak dijalankan Genrator tidak akan menghasilkan Output tegangan.

Troubleshooting

Setiap alat ciptaan manusia pastilah jauh dari kesempurnaan dan tentu terdapat permasalahan dalam pengujian atau penggunaannya. Oleh sebab itu pengguna maupun pembuat di tuntut dapat mengatasi permasalahan tersebut, baik dari segi *hardwere* maupun *software*. Metode

untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu dengan menganalisa dari setiap titik atau *node-node* yang ada dari rangkaian *hardwere* menggunakan *ascilloscope*. Dibawah ini beberapa kemungkinan masalah yang dapat muncul pada alat ini.

Hasil pengukuran

Pengukuran sangatlah menentukan keberhasilan dalam perancangan ini, karena pengukuran adalah sebagai tolak ukur akan keberhasilan alat ini. Dengan melakukan pengukuran maka kita dapat mengambil kesimpulan apakah alat ini sudah sesuai dengan yang di inginkan atau belum. Berikut ini data-data :

1) Pengukuran signal driver motor

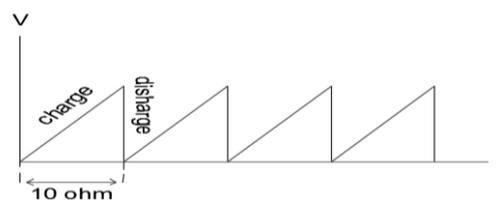
a) Pengukuran signal gigi gergaji

Untuk mempermudah pengukuran dilakukan per blok

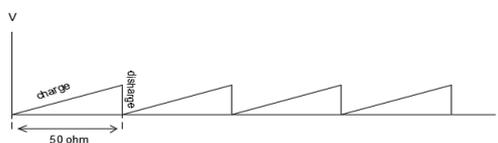
b) Koneksikan motor dc

Koneksikan motor DC dalam keadaan *standby* ialah dengan koneksikan kabel *armature* dan koneksikan juga kabel *field*. Setelah itu hubungkan. tekan tombol ON motor pada panel untuk menghubungkan output rangkain driver ke motor DC. Baik reverse maupun *forward* untuk menghubungkan tegangan dari MCB kelilitan *field* motor DC.

Berikut hasil pengukurannya:

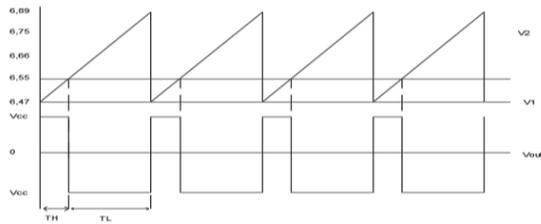


Gambar 26 Output Transistor dengan mengatur Resistansinya 10 ohm

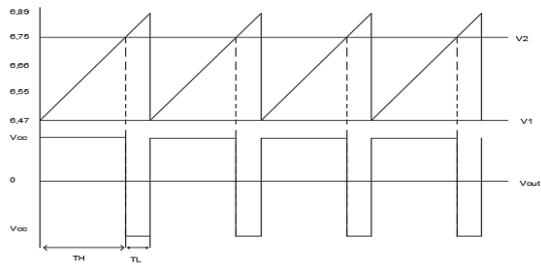


Gambar 27 Output Transistor dengan mengatur Resistansinya 50 ohm

Dalam pengujian nilai signal ini menentukan bentuk signal gigi gergaji. Semakin besar nilai resistornya, maka waktu pengisiannya lama, sehingga bentuk gigi gergajinya landai. Untuk waktu pengosongan sangat cepat, karena tidak dibatasi oleh resistor, sehingga grafiknya lurus langsung turun ke bawah.



Gambar 28 Sinyal output modulasi PWM 6,55v



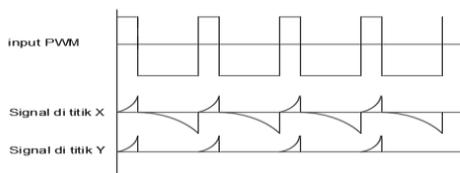
Gambar 29 Sinyal output modulasi PWM 6,75 v

Bentuk dan nilai V_1 tetap yaitu signal gigi gergaji dengan tegangan missal sebesar 6,89 Vp. Tetapi nilai tegangan V_2 selalu berubah-ubah tergantung pengaturan Variable Resistor atau nilai biner DAC PLC-nya, missal 6,55Vdc. Rangkaian PWM ini yang berbentuk comparator selalu membandingkan nilai kedua masukannya setiap saat $V(t)$. Dari $(t) 0^0$ sampai $(t) 90^0$, nilai $V_2 > V_1$, maka keluaran comparator adalah saturasi positif (V_{CC}). Dari $(t) 90^0$ sampai $(t) 180^0$, nilai $V_1 > V_2$, maka keluaran comparator adalah saturasi negative (V_{EE}).

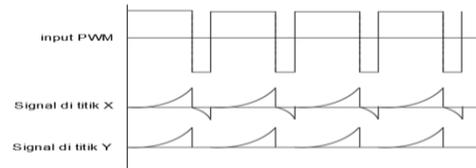
Keluaran comparator sepenuhnya berbentuk signal AC kotak. Dari ilustrasi gambar di atas terlihat bahwa untuk nilai V_1 dan V_2 tersebut akan menghasilkan nilai T_{HIGH} (periode high) dan T_{LOW} (periode low) yang sama. Perhatikan gambar di atas, jika nilai V_2 diubah menjadi 6,75 Vdc, maka akan menambah lebar pulsa untuk sisi highnya (T_H), sedangkan sisi lownya akan berkurang.

Jadi untuk menghasilkan lebar pulsa yang berubah-ubah, kita harus merubah nilai tegangan DC-nya. Nilai V_2 yang kecil akan menyebabkan lebar pulsa sisi high kecil dan nilai V_1 yang besar akan menyebabkan pulsa sisi high bertambah lebar.

Hal yang perlu diperhatikan secara seksama yaitu, menghindari kenaikan tegangan DC V_2 melebihi V_p signal gigi gergaji. Hal ini akan menyebabkan keluaran comparator sama dengan saturasi positif (tegangan DC bukan signal DC).



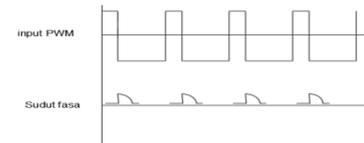
Gambar 30 input pwm terhadap signal titik x dan y



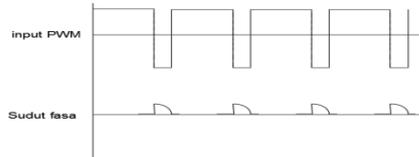
Gambar 31 input pwm terhadap signal titik x dan y

Terjadi proses pengisian pada saat keluaran comparator signal positif. Sehingga menghasilkan signal positif pula. Proses pengosongan terjadi pada saat keluaran comparator posisi nol. Keluaran comparator pada sisi negative akan terjadi proses pengisian kapasitor dengan arah arus pengisian berlawanan dengan arah arus pengisian pada saat signal positif.

Setelah melewati dioda, signal negative diblocking oleh dioda, sehingga hanya signal positif saja yang bisa melewati dioda (prinsip penyearah setengah gelombang).

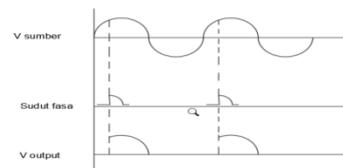


Gambar 32 Signal PWM terhadap sudut fasa

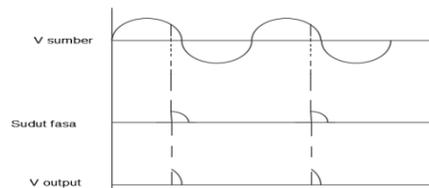


Gambar 33 Signal PWM terhadap sudut fasa

Pada pengujian di atas dimana di dapatkan jika signal T_H lebih besar maka sudut fasa agak bergeser kebelakang



Gambar 24 Signal input V sumber ,sudut fasa dengan Voutput



Gambar 35 Signal input V sumber ,sudut fasa dengan Voutput

Pada pengujian di atas dimana didapatkan jika sudut fasa lebih bergeser ke depan maka tegangan output lebih besar dan jika sudut fasa bergeser ke belakang maka tegangan V_{out} lebih kecil

IV Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan alat ini, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil merancang DC drive untuk mengatur tegangan pada armature motor.
2. Kecepatan putaran motor dapat diatur dengan merubah tegangan pada armature.
3. Pengujian Putaran motor yang terukur dengan tachometer
4. Semakin besar nilai yang diberikan DAC plc besar pula lebar pulsa dan mempengaruhi berubahnya sudut fasa yang mana akan merubah output signal gate SCR

DAFTAR PUSTAKA

- [1].....
rtanto,Dian.2012.*Interaksi Arduino dan Labview*.Jakarta: Gramedia
- [2].....
iemens.2011.*Siemens Technical Education Program series(STEP Series),Basic of DC Drive*:Simens product
- [3].....
heodore,Wildi.2011.*Electric Machines ,Drives and Power System*:Prentice Hall International Inc.
- [4].....
udhi,Nursulistio.2013.*Analisis pengaturan kecepatan Motor DC dengan Dc drive sinamic dcm pada size press*. Jakarta:Tugas akhir, Jurusan Teknik elektro Trisakti .