

PENGATUR KECEPATAN MOTOR DC SATU KUADRAN DENGAN METODE *FEEDBACK* $I \times R$

Effendi¹, Muhammad Agil Haikal²

^{1),2)}Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Aceh,

Jl. Tanggul, Pango Raya-Ulee Kareng, Banda Aceh, Telp: 0651-31855, Fax: 0651-31852

Email: ¹agil@politeknikaceh.ac.id, ²effendi@politeknikaceh.ac.id.

ABSTRACT

To control the speed rotation of DC motor in single quadran as expected can be done by controlling SCR trigger angle that connected with the armatur, the trigger angle can be generated by using LM324 as op-amp and comparator. The changes of current (I) on armatur winding to be reference for DC Motor speed rotation. The value of armature current for further used as feedback that connected with resistor (R) which has a very low resistance so that it can generate voltage ($I \times R$) which represents the motor speed rotation. If the motor speed rotation different from speed reference then system will makes adjustments by changing the trigger angle of SCR so that the motor speed rotation constant.

Keywords: DC Motor, trigger angle, feedback

ABSTRAK

Untuk mengontrol kecepatan putaran motor DC satu kuadran sesuai dengan yang diharapkan dapat dilakukan dengan cara mengatur sudut penyulutan SCR yang terhubung dengan armatur, sudut penyulutan dapat dihasilkan dengan menggunakan op-amp LM324 dan sekaligus berfungsi sebagai komparator. Perubahan arus (I) pada lilitan armatur menjadi acuan perubahan kecepatan putaran motor DC. Nilai arus armature ini untuk selanjutnya digunakan sebagai feedback yang dihubungkan dengan resistor (R) yang memiliki hambatan sangat kecil sehingga akan menghasilkan tegangan ($I \times R$) yang mewakili kecepatan motor. Jika kecepatannya motor berbeda dengan kecepatan refrensi yang ditentukan maka system akan melakukan penyesuaian dengan cara merubah sudut penyulutan SCR sehingga kecepatan motor tetap stabil.

Kata kunci: Motor DC, Sudut penyulutan, feedback

I. PENDAHULUAN

Sistem pengontrolan kecepatan motor DC telah banyak dilakukan salah satunya dengan menggunakan alat bantu berupa tachometer yang difungsikan sebagai perangkat untuk mengukur kecepatan putar motor DC tersebut. Penambahan perangkat ini akan menjadikan system lebih baik namun dari sisi ekonomis akan menyebabkan harga jual akan menjadi lebih mahal.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis membuat suatu system Pengontrolan kecepatan putar motor DC satu kuadran. Kecepatan motor DC satu kuadran ini dapat dilakukan dengan cara mengubah tegangan

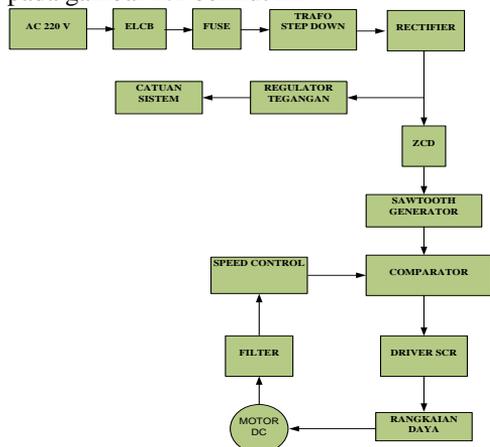
pada sisi armature dengan menggunakan penyearah terkendali (*thyristor*).

Perubahan tegangan masukan ini disesuaikan dengan kondisi beban yang dihubungkan kemotor DC tersebut, untuk mengatur kecepatan putar motor DC satu kuadran ini dibutuhkan system kontrol loop tertutup dengan menggunakan metode *feedback* dimanan perubahan arus pada motor dijadikan seagai *feedback* kerangkaian control, metode ini digunakan untuk mengganti peranan tachometer.

II. PERANCANGAN

Secara umum rangkaian pengatur kecepatan motor DC satu kuadran dengan

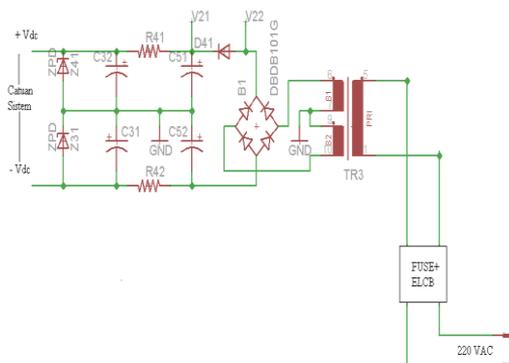
metode *feedback* IxR ini dapat dibagi menjadi beberapa blok diagram utama seperti pada gambar 2.1 berikut ini



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Secara keseluruhan

2.1. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya berfungsi untuk memberikan sumber tegangan keseluruhan komponen pada rangkaian kontrol, sementara untuk catu daya motor DC memiliki sumber terpisah dengan rangkaian control. Rangkaian ini dibangun dengan beberapa komponen seperti transformator step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dan diode berfungsi untuk menyearahkan arus ac, kapasitor difungsikan sebagai filter sehingga arus DC lebih baik, agar tegangan output tetap stabil digunakan diode zener, rangkaian catu daya ini dapat dilihat pada gambar 2.2



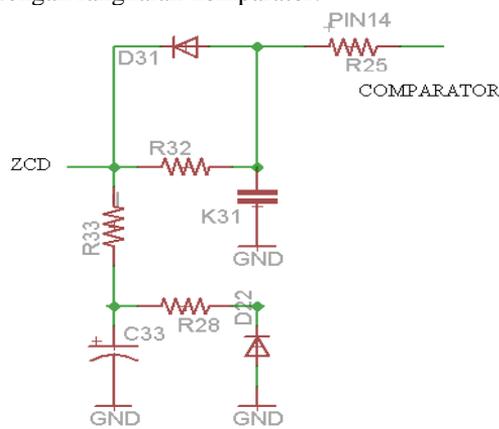
Gambar 2.2 Rangkaian Catu Daya

2.2. Rangkaian Zero Crossing Detector (ZCD)

Rangkaian *zero crossing detector* berfungsi untuk mendeteksi peralihan pada saat arus jala-jala berada pada kondisi nol, ketika rangkaian ini mendeteksi arus nol maka output dari IC akan menghasilkan output berupa pulsa sempit pada saat terjadi persilangan nol pada tegangan AC yang dideteksi. Rangkaian ini dapat disusun dengan menggunakan IC yang difungsikan sebagai komparator seperti pada gambar 2.3 output dari rangkaian selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian penghasil gelombang gergaji.

2.3. Rangkaian Sawtooth Generator

Output dari rangkaian *zero crossing detector* selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian *sawtooth generator*, rangkaian ini akan menghasilkan gelombang gergaji, rangkaian ini disusun oleh beberapa komponen dasar seperti kapasitor dan resistor seperti pada gambar 2.4 output dari rangkaian ini selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian komparator.

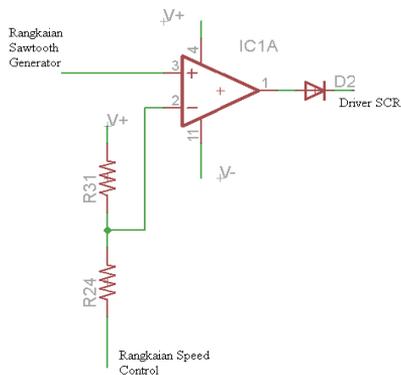


Gambar 2.4 Rangkaian Sawtooth Generator

2.4. Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator berfungsi untuk membandingkan output dari rangkaian penghasil gelombang gergaji dengan output dari rangkaian speed control, rangkaian ini dapat disusun dengan menggunakan komponen IC op-amp yang difungsikan sebagai komparator seperti pada gambar 2.5

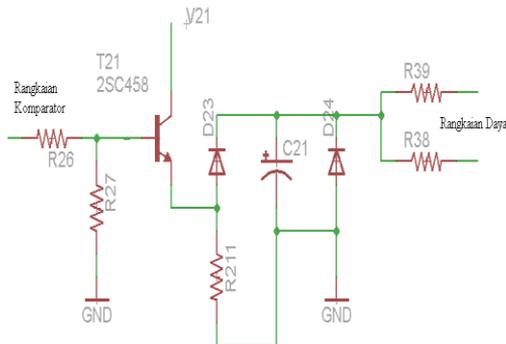
output dari rangkaian ini selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian driver SCR.



Gambar 2.5 Rangkaian Komparator

2.5. Rangkaian Driver SCR

Rangkaian driver SCR berfungsi untuk menggerakkan gate dari scr yang berada pada unit pengolah daya, rangkaian ini disusun dengan menggunakan komponen dasar elektronika seperti transistor, kapasitor, diode dan resistor seperti pada gambar 2.6 output dari rangkaian ini selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian daya

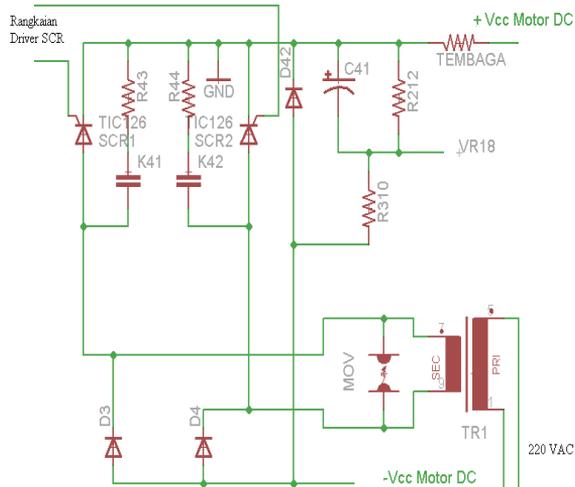


Gambar 2.6 Rangkaian Driver SCR

2.6. Rangkaian Daya

Rangkaian daya berfungsi untuk mengolah tegangan yang masuk ke motor DC, rangkaian ini dapat disusun dengan menggunakan komponen seperti SCR, kapasitor, diode, resistor seperti pada gambar 2.7 output dari rangkaian daya ini selanjutnya dihubungkan ke motor DC dan ke rangkaian filter sebagai *feedback* arus. Tipe SCR yang digunakan pada rangkaian daya ini bernomor seri SCR S6025L.

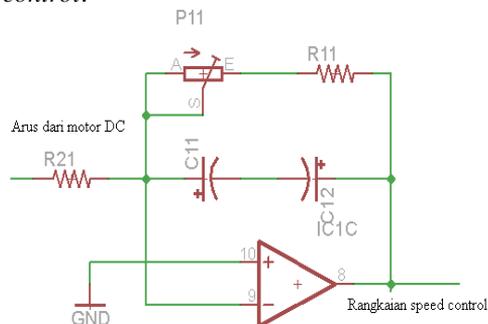
Pada saat rangkaian daya ini dihubungkan dengan beban berupa motor DC maka akan terjadi spike sehingga dibutuhkan rangkaian snuber dengan menggunakan kapasitor dan resistor.



Gambar 2.7 Rangkaian Daya

2.7. Rangkaian Filter

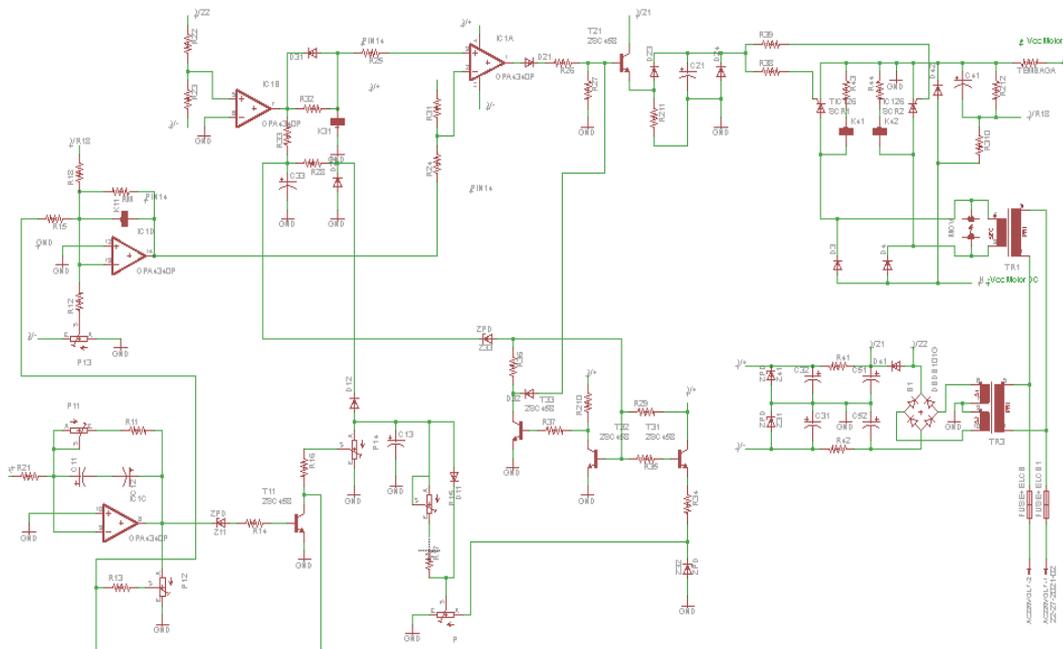
Rangkaian filter berfungsi untuk menghilangkan noise pada arus *feedback* dari motor DC yang digunakan, rangkaian ini disusun dengan menggunakan op amp, kapasitor, resistor seperti pada gambar 2.8 output dari rangkaian ini selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian *speed control*.



Gambar 2.8 Rangkaian Filter

2.8. Rangkaian Speed Control

Rangkaian speed control berfungsi untuk mengatur kecepatan referensi yang diinginkan, rangkaian ini disusun dengan menggunakan op amp dan beberapa



Gambar 2.9. Rangkaian Keseluruhan Sistem

komponen elektronika lainnya, output dari rangkaian filter digunakan sebagai input dan dibandingkan dengan tegangan yang diatur pada potensio, output dari rangkaian *speed control* ini selanjutnya dihubungkan kembali kerangkaian komparator.

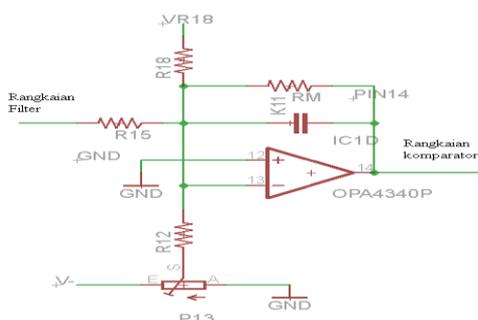
dilakukan untuk memudahkan kita mengamati proses tahap demi tahapan dari sistem dan memudahkan kita untuk melokalisir kesalahan yang terjadi

3.1. Pengukuran Rangkaian Catu daya

Hasil pengukuran pada sisi sekunder transformator dapat dilihat pada gambar 3.1, dimana hasil pengukuran dengan menggunakan multimeter sebesar 13,42 Volt AC dengan refrensi terhadap CT dari transformator tersebut.

Adapun bentuk gelombang setelah melewati diode jembatan dapat dilihat pada gambar 3.2 dimana besar tegangan yang terukur sebesar 11,75 Volt DC dengan refrensi pengukuran terhadap CT transformator.

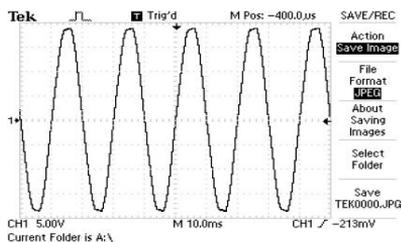
Adapun bentuk gelombang setelah melewati diode jembatan dapat dilihat pada gambar 3.2 dimana besar tegangan yang terukur sebesar 11,75 Volt DC dengan refrensi pengukuran terhadap CT transformator.



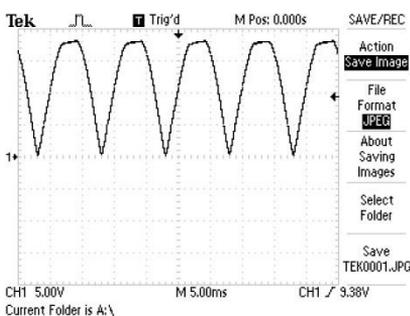
Gambar 2.9 Rangkaian Speed Control

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian pengatur kecepatan motor DC satu kuadran ini sebelum dipasang pada papan PCB terlebih dahulu dilakukan pengujian pada papan percobaan hal ini



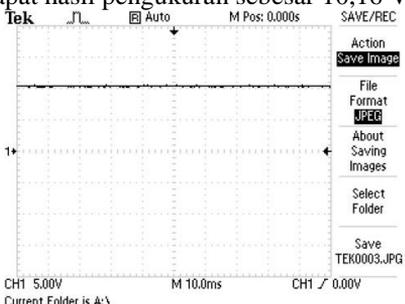
Gambar 3.1 Bentuk Gelombang dari Transformator



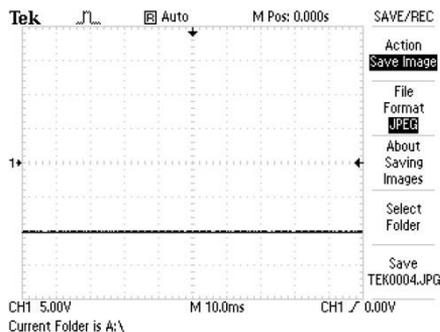
Gambar 3.2 Bentuk Gelombang output Penyearah Jembatan

Pada rangkaian catu daya ini kapasitor digunakan untuk menghilangkan riak, serta diode zener 10 volt difungsikan untuk regulator tegangan sehingga bentuk gelombang output stabil seperti yang diinginkan sebesar 10 volt DC, adapun bentuk gelombang output dari diode ini dapat dilihat pada gambar 3.3 untuk bentuk gelombang DC positif dan gambar 3.4 untuk gelombang DC negatif.

Gambar 3.4 menunjukkan bentuk gelombang output positif dari rangkaian catu daya dimana referensi pengukuran terhadap CT, dengan menggunakan multimeter didapat hasil pengukuran sebesar 10,16 VDC



Gambar 3.3 Bentuk Gelombang Output VDC +

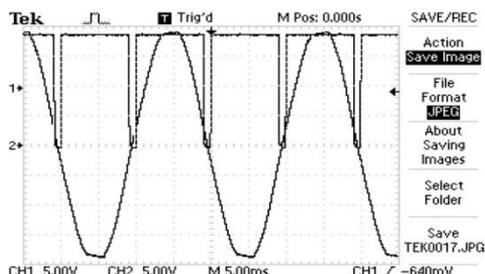


Gambar 3.4 Bentuk Gelombang Output VDC -

Gambar 3.4 menunjukkan bentuk gelombang output negatif dari rangkaian catu daya dimana referensi pengukuran terhadap CT, dengan menggunakan multimeter didapat hasil pengukuran sebesar -10,10 VDC.

3.2. Pengukuran Rangkaian Zero Crossing Detector (ZCD)

Hasil pengukuran pada rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 3.5 dimana pada saat gelombang arus AC berada pada titik nol maka rangkaian ZCD akan mendeteksi dengan menghasilkan pulsa seperti pada gambar. Pulsa ini akan dijadikan sebagai indikator untuk menghasilkan gelombang gergaji.

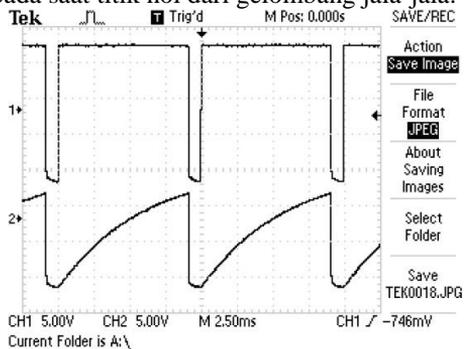


Gambar 3.5 Bentuk Gelombang Output ZCD terhadap sumber AC.

Pada gambar 3.5 ini dapat dilihat proses dimana rangkaian zero crossing detector akan mulai bekerja pada saat tegangan sinus melintasi titik nol dan akan berhenti pada saat tegangan sinus melintasi titik nol berikutnya.

3.3. Pengukuran Rangkaian Sawtooth Wave Generator

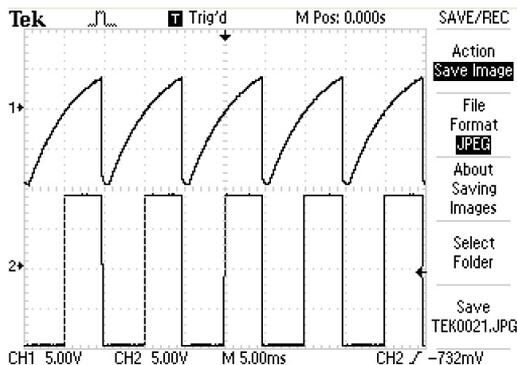
Pada saat pulsa sesaat yang dihasilkan oleh ZCD telah diterima maka rangkaian sawtooth wave generator akan menghasilkan gelombang gergaji tepat pada saat pulsa tersebut mulai muncul, gambar bentuk gelombang output dari rangkaian sawtooth wave generator dapat dilihat pada 3.6 dimana gelombang gergaji mulai muncul pada saat titik nol dari gelombang jala-jala.



Gambar 3.6 Gelombang Input dan Output Pada sawtooth wave generator

3.4. Pengukuran Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator akan membandingkan tegangan dari speed control, dengan gelombang gergaji, pada pengujian ini dilakukan secara terpisah dimana rangkaian speed control diwakili dengan menggunakan potensio yang diatur secara manual adapun bentuk gelombang output dari rangkaian komparator ini ditunjukkan pada gambar 3.7.

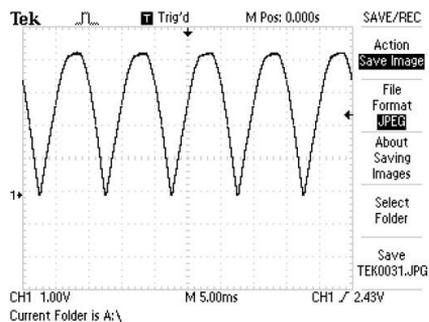


Gambar 3.7 Gelombang Input dan Output Pada Komparator

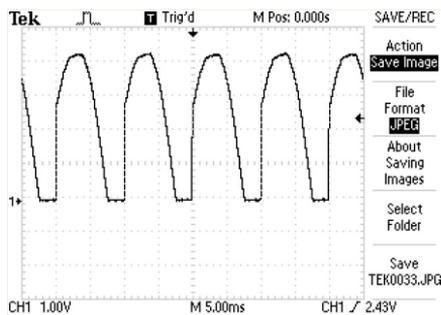
Output dari rangkaian komparator berupa gelombang kotak dimana nilai T_{on} dan T_{off} dapat diatur dengan memutar nilai potensio yang dihubungkan pada input rangkaian komparator. Gelombang ini selanjutnya akan digunakan untuk menggerakkan rangkaian daya yang terhubung dengan SCR.

3.5. Pengukuran Rangkaian Daya

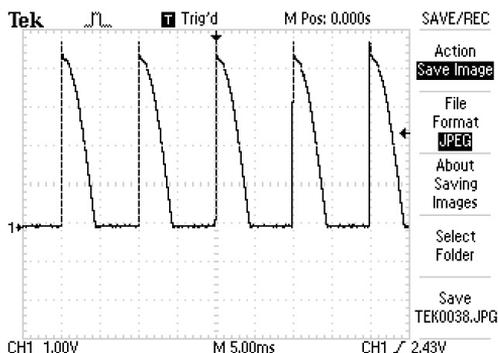
Bentuk gelombang yang dihasilkan pada saat pengujian secara terpisah dengan menggunakan beban resistor 100 Ω /20 W dimana perubahan sudut trigger dari SCR menghasilkan perubahan tegangan pada beban resistor. Bentuk gelombang pada beban resistor dapat dilihat pada gambar berikut ini.



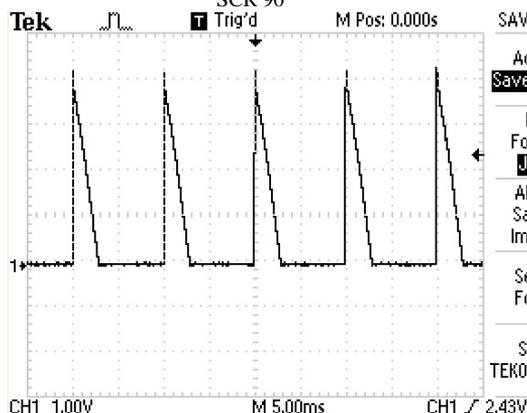
Gambar 3.8 Gelombang Output pada saat sudut Triger SCR 0°



Gambar 3.9 Gelombang Output pada saat sudut Triger SCR 45°

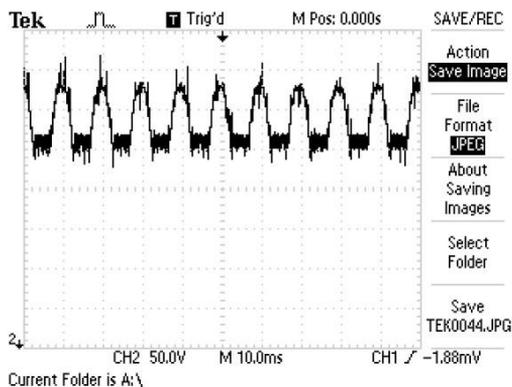


Gambar 3.10 Gelombang Output pada saat sudut Triger SCR 90°



Gambar 3.11 Gelombang Output pada saat sudut Triger SCR 135°

Sementara untuk pengukuran dengan menggunakan beban motor DC magnet permanen dengan catuan sebesar 24 VDC dapat dilihat pada gambar 5.18 berikut ini.

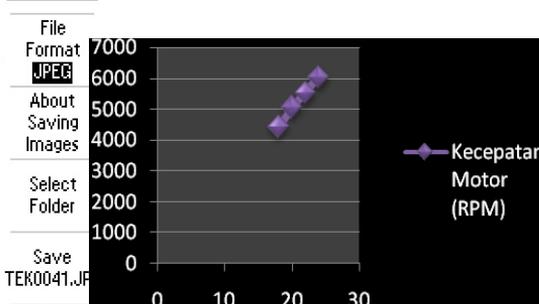


Gambar 3.12 Bentuk Gelombang dengan beban Motor DC Magnet Permanen

Untuk mengukur kecepatan motor digunakan tachometer dengan cara menempelkan tachometer pada rotor motor DC, adapun perubahan tegangan dan kecepatan motor DC dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 3.1 Tabel hubungan kecepatan dan catuan motor

No	Catuan Motor (VDC)	Kecepatan Motor (RPM)
1	18	4421
2	20	5065
3	22	5522
4	24	6030



Gambar 3.13 Grafik Hubungan Kecepatan terhadap Catuan Motor DC

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari dari hasil perancangan dan pengujian secara terpisah rangkaian pengontrol kecepatan motor DC ini dapat diambil beberapa kesimpulan dan masukan untuk pengembangan dan perbaikan selanjutnya.

- Rangkaian ini dapat mengatur kecepatan putar motor DC dengan cara mengatur sudut pentriggeran dari SCR
- Besar sudut Pentriggeran SCR ditentukan pada rangkaian Komparator
- Untuk mengatur agar kecepatan motor stabil maka diperlukan rangkain feedback.
- Rangkaian perlu dikembangkan lagi khususnya pada Rangkaian *feedback* sehingga arus dari motor DC dapat dideteksi dengan baik.
- Perlu ditambahkan/dirancang alat display pengukuran sehingga

- f. memudahkan dalam pembacaan kecepatan motor DC tersebut.

V. DAFTRA PUSTAKA

- [1] Barwami, Malvino, *Prinsip-prinsip Elektronika Edisi ke Tiga*, Erlangga, Jakarta, 1985
- [2] Brumbach , Michael, E and Jeffrey A. Clade, *Industrial Maintenance*, Thomson Delmar Learning, 2003
- [3] Carter, Bruce and Thomas R. Brown, *Handbook off operational application*, Texas Instruments, Oktober 2001
- [4] Effendi. Diktat Elektronika Daya, 2012
- [5] Mohan, Underland, Robbins, *Power Electronic; Converter, Applications, and Design*, John Wiley & Sons, Singapore,1994.
- [6] Pitowarno,E., Robotika, Andi Offset, Yogyakarta, 2006
- [7] asyid Muhammad, elektronika daya, jilid1 edisi bahasa Indonesia, Prenhallindo, Jakarta, 1993.
- [8] Singh, M D. Khanchandani, KB, *Power Electronics* , Second Edition,Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd, New Dehli, 2007.
- [9] <http://id.wikipedia.org/wiki/Penyearah>. Diakses tanggal 25 September 2013
- [10] http://id.wikipedia.org/wiki/Penguat_o_perasional. Diakses tanggal 25 September 2013