

Pengaturan Kecepatan Motor Arus Searah Variasi Tahanan Jangkar dan Variasi Tahanan Medan Menggunakan Smart Relay

Sandi Firman Nanda*, Firdaus**, Feranita**

*Alumni Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: sandifirmannanda@gmail.com

ABSTRACT

Speed setting plays an important role in the direct current motor, because the motor has a direct current coupling characteristic speed profitable compared to other motors. From both of these characteristics can be used as a basis to set the dc shunt motor speed. If a decline in motor speed due to the increase in load current (I_a), the field current (I_f) is set (reduced) so that the motor speed be maintained at the desired rotation. In the design of the most important stages of this research. In the design phase to understand the properties, characteristics, specifications of components used and the steps that must be considered by using the block diagram of DC motor supply circuit blocks, smart relay circuit blocks, block string of resistors, and a DC motor circuit blocks, each this circuit has the function block and work differently but interrelated. Based on data and analysis can then be seen that the larger the anchor resistance will decrease the speed of the motor to hold the armature and the greater the speed the greater the resistance to hold field.

Keyword : Dc motor speed settings using smart relay

I. PENDAHULUAN

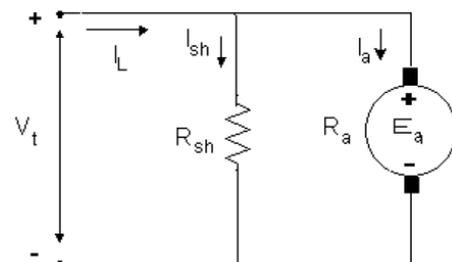
Mesin listrik adalah suatu perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, atau mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator, dan alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik disebut motor.

Karena sistem kelistrikan yang pertama kali digunakan adalah listrik arus searah (dc), maka pada saat itu motor dc pun lebih banyak digunakan. Akan tetapi seiring dengan meningkatnya penggunaan sistem listrik arus bolak – balik, penggunaan motor dc banyak digantikan dengan motor induksi yang membutuhkan perawatan yang lebih sederhana.

Motor DC Shunt

Salah satu macam penguatan sendiri motor DC adalah motor DC penguat shunt, kata shunt sendiri berarti paralel dimana maksud dari paralel disini adalah

pemasangan paralel antara kumparan jangkar pada rotor dengan kumparan medan pada strator. Untuk lebih jelas, berikut rangkaian ekivalen dari motor DC penguat shunt :



Gambar 1 Rangkaian ekivalen Motor DC Penguat Shunt

Karakteristik keluaran motor dc shunt dapat diturunkan dari persamaan torsi induksi dan tegangan motor, serta hukum tegangan Kirchoff. dengan V_t merupakan tegangan sumber dalam volt, hukum tegangan Kirchoff untuk motor dc shunt.

Persamaan - persamaan yang berlaku pada motor *shunt* :

$$V_t = E_a + I_a R_a \quad (2.2).$$

$$E_a = V_t - I_a R_a \quad (2.3)$$

$$I_L = I_a + I_{sh} \quad (2.4).$$

Dimana :

V = tegangan terminal jangkar motor arus searah (volt)

I_L = arus dari jala-jala (Ampere)

I_a = arus pada jangkar (Ampere)

R_a = Tahanan pada jangkar (Ohm)

E_a = Ggl lawan (volt)

I_{sh} = arus kumparan medan shunt (Ampere)

R_{sh} = tahanan medan shunt (Ohm)

Tegangan jangkar pada motor adalah $E_a = K\Phi N$, sehingga

$$V_t = K\Phi N + I_a R_a \quad (2.5)$$

Karena $T = K\Phi I_a$ dapat dinyatakan dengan

$$I_a = \frac{T}{K\Phi} \quad (2.6)$$

Dengan demikian, didapat persamaan kecepatan motor sebagai berikut :

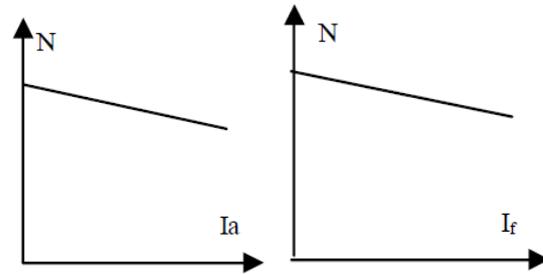
$$N = \frac{V_t - I_a R_a}{K\Phi} \quad (2.7)$$

Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa kecepatan motor dapat diatur dengan tiga cara yaitu :

1. Mengatur fluks pada kutub utama motor (Φ)
2. Mengatur tahanan jangkar (R_a)
3. Mengatur tegangan masukan yang digunakan oleh motor (V_t).

Dalam tugas akhir ini pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan cara

mengatur besarnya fluks (arus medan I_f) pada kutub utama motor.



Gambar 2 Pengaruh I_a dan I_f terhadap kecepatan motor (N)

Dari kedua karakteristik tersebut dapat dijadikan dasar untuk mengatur kecepatan motor dc shunt. Jika terjadi penurunan kecepatan motor akibat kenaikan arus beban (I_a), maka arus medan (I_f) diatur (diperkecil) sehingga kecepatan motor tetap dapat dipertahankan pada putaran yang diinginkan.

Zelio Logic Smart Relay

Smart relay adalah sebuah *device* yang mampu menerima banyak i/o yang beroperasi secara digital dimana sistem *device* ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi – instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, pewaktu, dan pencacahan untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul i/o digital maupun analog.

Smart relay memiliki beberapa kelebihan antara lain :

1. Dua tipe *smart relay* yang dapat dipilih : tipe modular dan kompak.
2. Memiliki spesifikasi yang bervariasi dan pemrograman yang tidak membutuhkan waktu yang lama serta memiliki daya kerja yang baik.
3. Pemrograman dapat menggunakan dua metode yaitu menggunakan *function block diagram (FBD)* atau *contact language (ladder)*.

4. Untuk memonitor kerja pada *smart relay* serta pemrograman secara langsung pada *smart relay* dapat menggunakan 2 cara, yaitu cara pertama adalah dengan cara langsung menggunakan tombol – tombol yang ada pada *smart relay* yang didukung juga dengan tersedianya layar LCD dengan menggunakan *backlight*. Cara yang kedua adalah dengan menggunakan sebuah komputer yang terinstall program untuk *smart relay*.

Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang paling dasar dan paling banyak digunakan. Hampir semua peralatan elektronika menggunakan *Resistor*. Ada banyak sekali jenis *Resistor* yang dijual dipasaran mulai dari *Resistor* ukuran sangat kecil yang ditempel pada permukaan PCB atau lebih dikenal dengan nama *Surface Mounting Device (SMD)* hingga *Resistor* daya yang memiliki ukuran yang besar.

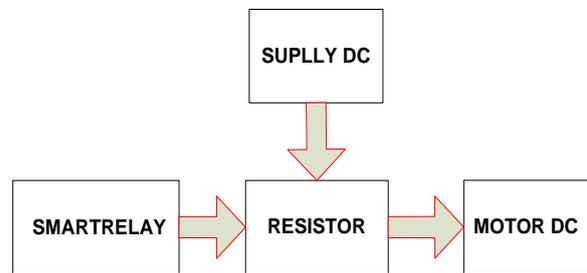


Gambar 3 Tahanan untuk beban dan tahanan SMD (Djukarna 2008)

II. METODE PENELITIAN

Blok Diagram Rangkaian

Pada pembuatan alat pengaturan kecepatan motor 24 VDC ini terdiri atas beberapa blok rangkain, yaitu blok rangkaian suplai motor DC, blok rangkaian *smart relay*, blok rangkain *Resistor*, dan blok rangkaian motor DC, setiap blok rangkaian ini memiliki fungsi dan cara kerja yang berbeda tetapi saling terkait, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



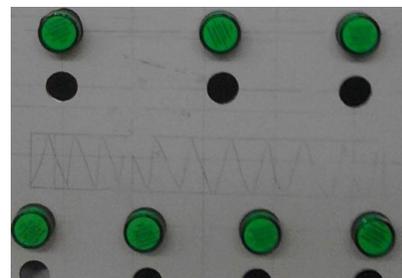
Gambar 4 Blok diagram pengaturan kecepatan motor dc *shunt* menggunakan *Smart Relay*

Peralatan

Dalam merealisasikan alat yang akan dibuat, dilakukan perancangan alat yang meliputi rangkaian dari keseluruhan sistem dan perankitan hasil rancangan spesifikasi kerja dari alat yang kan dirancang yaitu kecepatan motor dc dengan variasi jangkar dan medan berbasis *smart relay* yang mana hasil dari pengukuran akan diolah langsung pada *smart relay*.

1. Push Botton

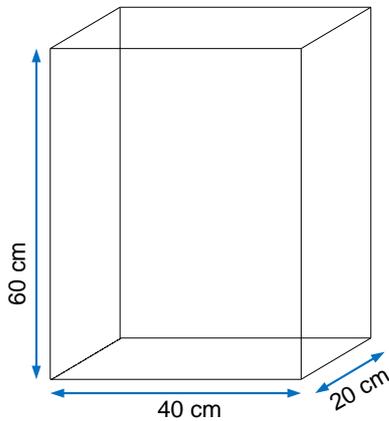
Push botton yaitu saklar tekan dengan banyak digunakan dalam dunia industri pada peralatan kali ini digunakan untuk mengetahui jumlah kapasitor yang akan hidup pada beban yang akan digunakan. Alat ini juga memiliki kode warna pada bagian knopnya untuk membedakan fungsi dari masing – masing alat, seperti warna merah digunakan untuk tombol berhenti/stop, lalu hijau digunakan untuk tombol jalan/star kemudian warna kuning digunakan untuk tombol reset alarm stop.



Gambar 5 *Push botton*

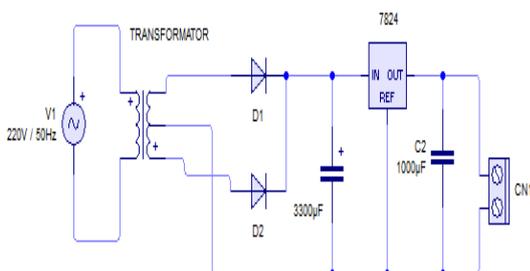
2. Panel

Panel adalah tempat yang digunakan untuk meletakkan semua komponen pada tugas akhir kali ini. Pada pengujian tugas kali ini panel yang digunakan berukuran 20 x 40

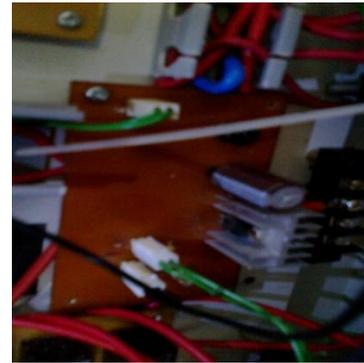


Gambar 6 Ukuran Kerangka Panel yang Dibuat

Pada pembuatan alat ini dibutuhkan *supply* tegangan DC 24 Volt sebagai sumber tegangan kerja dan input *smartrelay*, maka dibuatlah sebuah *powersupply* 24 Volt DC menggunakan trafo *stepdown* sebagai penurun tegangan dari 220 Volt AC/24 Volt kemudian disearahkan oleh dioda, tegangan yang telah disearahkan di filter oleh kapasitor agar tegangan yang dihasilkan menjadi lebih halus tanpa riak, setelah itu distabilkan oleh IC regulator 7824 agar tegangan yang dihasilkan tetap stabil sehingga tidak mengganggu sistem kerja *smartrelay*.



(a) Skema catu daya

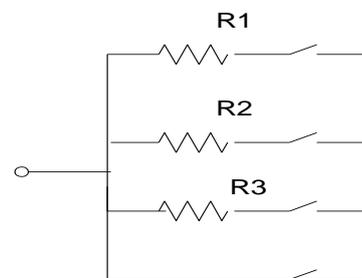


(b) bentuk hasil dari rancangan

Gambar 7 Rangkaian Catu Daya

3. Resistor Batu

Dalam pembuatan alat pengontrol kecepatan Motor DC shunt membutuhkan tahanan dimana tahanan tersebut diambil dari beberapa nilai tahanan dari resistor batu. Resistor batu tersebut dirangkai secara paralel hingga mendekati nilai tahanan yang diinginkan.



Gambar 8 Rangkaian Resistor Batu.

Dikarenakan ketersediaan resistor batu yang terbatas nilai tahananannya, maka resistor dirangkai paralel hingga nilai tahananannya mendekati yang diharapkan.

Ketika kecepatan yang kita inginkan 1500 rpm maka resistor batu yang digunakan 11 resistor batu dengan nilai tahanan 10KΩ dan 4K7Ω.

$$\frac{1}{RP} = \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{4K7\Omega}$$

$$RP = 620 K\Omega$$

Ketika kecepatan yang kita inginkan 2000 rpm maka resistor batu yang digunakan 6 resistor batu dengan nilai tahanan 2K2Ω dan 4K7Ω.

$$\frac{1}{RP} = \frac{1}{2K2\Omega} + \frac{1}{2K2\Omega} + \frac{1}{2K2\Omega} + \frac{1}{2K2\Omega} + \frac{1}{2K2\Omega} + \frac{1}{4K7\Omega}$$

$$RP = 403 \Omega$$

Ketika kecepatan yang kita inginkan 2500 rpm maka resistor batu yang digunakan 5 resistor batu dengan nilai tahanan 820Ω dan 680Ω

$$\frac{1}{RP} = \frac{1}{820\Omega} + \frac{1}{820\Omega} + \frac{1}{820\Omega} + \frac{1}{820\Omega} + \frac{1}{680\Omega}$$

$$RP = 157 \Omega$$

Tabel 1 Pengujian Kecepatan motor DC Shunt variasi medan menggunakan *excitation*

Besar Tahanan (Ω)	Kecepatan Motor (rpm)	Arus Excitation (A)
0	3100	0.07
Max	3500	0.05

Dari data diatas, maka rancangan kecepatan motor variasi medan yang akan

dibuat adalah 3100 rpm, 3500 rpm, dan 4000 rpm

Ketika kecepatan yang kita inginkan 3000 rpm maka resistor batu yang digunakan 3 resistor batu dengan nilai tahanan 300Ω.

$$\frac{1}{RP} = \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{100\Omega}$$

$$RP = \frac{100\Omega}{3} = 33.33 \Omega$$

Ketika kecepatan yang kita inginkan 3500 rpm maka resistor batu yang digunakan 10 resistor batu dengan nilai tahanan 10 KΩ.

$$\frac{1}{RP} = \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega} = \frac{11}{10000\Omega}$$

$$RP = \frac{10000\Omega}{11} = 909 \Omega$$

Ketika kecepatan yang kita inginkan 4000 rpm maka resistor batu yang digunakan 6 resistor batu dengan nilai tahanan 10 KΩ.

$$\frac{1}{RP} = \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega}$$

$$RP = \frac{10000\Omega}{6} = 1.6 K\Omega$$

III. HASIL PENELITIAN

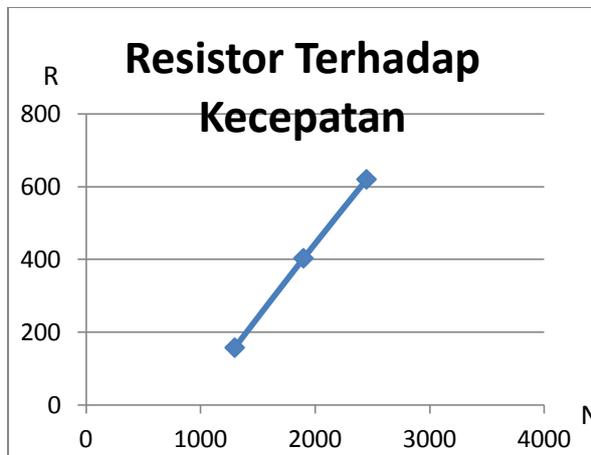
Hasil Pengukuran Tahanan Jangkar

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kecepatan motor dengan nilai resistor yang telah dirancang.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Tahanan Jangkar Terhadap Kecepatan Motor

Resistor batu (Ω)	Arus (A)	Hasil (Rpm)	Yang diharapkan (Rpm)
620.34	0.1	1300	1500
403	0.1	1900	2000
157	0.1	2450	2500
-		3000	3000

Dari tabel pengujian diatas kita bisa melihat bahwa semakin besar tahanan jangkar maka kecepatan motor akan menurun, hasil pengukuran ini sudah mendekati yang diharapkan.



Gambar 9 Kurva Hasil Pengukuran Tahanan Jangkar

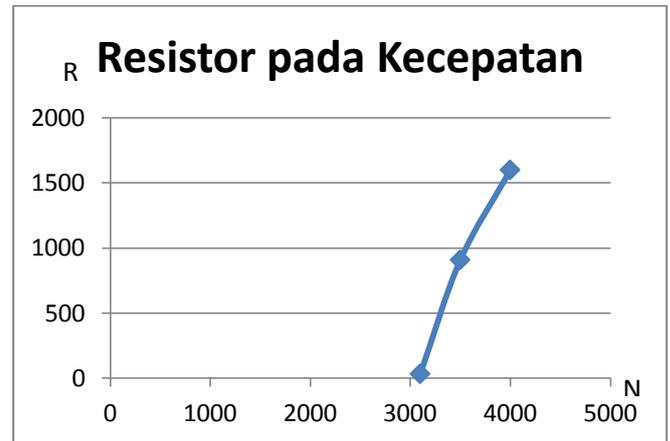
Hasil Pengukuran Tahanan Medan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kecepatan motor dengan nilai resistor yang telah dirancang.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tahan Medan Terhadap Kecepatan

Resistor batu (Ω)	Arus (A)	Hasil (Rpm)	Yang diharapkan (Rpm)
33.33	0.15	2950	3100
909	0.1	3600	3500
1600	0.09	4400	4000

Dari tabel pengujian diatas kita bisa melihat bahwa semakin besar tahanan medan maka kecepatan motor semakin besar, sehingga hasil pengukuran ini sudah mendekati yang diharapkan.

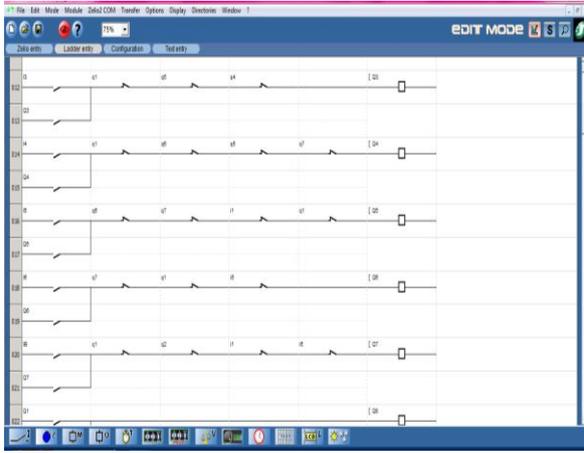


Gambar 10 Kurva Hasil Pengukuran Tahanan Medan

Program Menggunakan Zelio Smart Relay

Pemrograman menggunakan program pada *zelio soft 2* yang akan memerintahkan *zelio smart relay* untuk Mengatur variabel tahan jangkar dan variabel tahanan medan sesuai sesuai program dan nilai masukan tegangan yang terdapat pada *zelio smart relay* dari keluaran motor arus searah.

Tegangan analog keluaran dari motor arus searah akan masuk ke i1 ,i2 ,i3, i4, i5, i6 dan i7 pada *smart relay* sehingga dapat memerintahkan pengaktifan kecepatan motor arus searah pada output Q1,Q2,Q3, Q4, Q5, Q6 dan Q7



Gambar 11 Program Pengaturan Kecepatan.

Program pada *zelio soft 2* menggunakan *ladder* diagram dalam pembuatan programnya yaitu dengan cara mengaktifkan kontak Q1, Q2, Q3, Q4, Q6 dan Q7

IV KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian pengukuran motor dc *shunt* variasi tahanan jangkar dan variasi tahanan medan dengan *smart relay*, maka penulis dapat menyimpulkan :

1. Pengaturan pengukuran tahanan jangkar memberikan hasil, ketika tahanan jangkar semakin besar maka kecepatan motor dc semakin rendah dan ketika tahanan jangkar kecil maka kecepatan motor dc semakin tinggi.
2. Pengaturan pengukuran tahanan medan memberikan hasil, ketika tahanan medan besar maka kecepatan motor semakin tinggi.
3. Pengujian ini sesuai dengan teori kecepatan motor dc shunt, Jika terjadi penurunan kecepatan motor akibat kenaikan arus beban (I_a) , maka arus medan (I_f) diatur (diperkecil) sehingga kecepatan motor tetap dapat dipertahankan pada putaran yang diinginkan
4. Program *zelio smart relay* menggunakan *soft zelio 2* yang mengatur variabel tahanan jangkar

dan medan sehingga pada kecepatan yang sudah ditentukan *smart relay* akan mengatur secara otomatis

Saran

Ada pun saran yang dapat penulis berikan berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, yaitu :

1. Pada penelitian ini hasil kecepatan motor dc variasi tahanan jangkar pada variabel 1300 rpm, 1900 rpm, 2450 rpm dan 3000 rpm sementara yang di harapkan pada variabel 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm untuk itu diperlukan metode pemilihan tahanan jangkar sehingga sesuai yang diharapkan
2. Pada penelitian ini hasil kecepatan motor dc variasi tahanan medan pada variabel 2900 rpm, 3600 rpm dan 4400 rpm sementara yang di harapkan pada variabel 3000 rpm, 3500 rpm, dan 4000 rpm untuk itu diperlukan metode pemilihan tahanan medan sehingga sesuai yang diharapkan.

V DAFTAR PUSTAKA

Agus Imam M, 2012. "Pengaturan Kecepatan Motor Dc Shunt Dengan Mikrokontroler M68hc11", Tugas Akhir, Maret 2011.

Muhaimin, Drs, *Bahan-Bahan Listrik Untuk Politeknik*, Pradnya Paramita, Jakarta 1993.

M. Imam, Agus, Sudiadi, Facta. Mochammad. 2011, "Pengaturan Kecepatan Motor DC Shunt dengan Mikrokontroler M68HC11", Undergraduate thesis, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip.

Amit Atri, Md. Ilyas (2012). Speed Control of DC Motor using Neural Network Configuration *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering* .

Volume 2, Issue 5, May 2012 ISSN:
2277 128X

Payal P.Ravall, Prof.C.R.mehta. (2012). Modeling, Simulation and Implementation of Speed Control of DC Motor Using PIC 16F877A. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 3, March 2012)*

Waleed I. Hameed1 and Khearia A. Mohamad. (2012). Speed Control Of Separately Excited Dc Motor Using Fuzzy Neural Model Reference Controller. *International Journal of Instrumentation and Control Systems (IJICS) Vol.2, No.4, October 2012 DOI : 10.5121/ijics.2012.2403 27.*

R. Krishnan. (2001) Electric Motor Drives; Modelling, Analysis and Control, *Prentice Hall. ISBN 0-13-091014-7*