

ANALISIS SISTEM KONTROL MOTOR DC SEBAGAI FUNGSI DAYA DAN TEGANGAN TERHADAP KALOR

*(DC MOTOR CONTROL SYSTEMS ANALYSIS AS A FUNCTION OF POWER
AND VOLTAGE OF HEAT)*

Akhmad Dzakwan

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Lampung

INTISARI

Telah dilakukan penelitian daya dan sistem kontrol tegangan rangkaian peningkatan suhu motor DC. Banyak energi listrik yang diubah menjadi panas sehingga dapat menyebabkan peningkatan suhu motor DC pada stator dan rotor. Dalam penelitian ini, daya dan sistem kontrol tegangan rangkaian mendeteksi peningkatan suhu motor DC dan juga sebagai umpan balik variabel. Kontrol sistem pasokan tenaga listrik berdasarkan perubahan tersebut. Dalam penelitian ini kami memperoleh tenaga maksimum dan tegangan dapat diukur sampai 7,5 watt, tegangan 15 volt dengan arus listrik 0,5 ampere pada temperatur 35 °C dan daya minimum watt 6, tegangan 12 volt dengan ampere listrik saat ini 0,5 pada suhu 27 °C. Sistem kontrol ini efektif, karena mampu mengubah suhu rendah dan kontrol motor DC secara cepat.

Kata kunci: kontrol, voltase, daya and kalor

ABSTRACT

It has been done a research of power and voltage control circuit system to the increasing temperature of DC motor. The electrical energy that is changed to be much heat so that it can cause the increasing temperature of DC motor on its stator and rotor. In this research power and voltage control circuit system detect the increasing temperature of DC motor and also it as feed back variable. Control system supply the electrical power based on changing it. In this research we obtain maximum power and voltage can be measured is 7,5 watt, voltage 15 volt with electrical current 0,5 ampere on temperature 35°C and minimum power 6 watt, voltage 12 volt with electrical current 0,5 ampere on temperature 27°C. This control system is effective, because it has just changing low temperature and control DC motor fastly.

Keywords: control, voltage, power and temperature

Makalah diterima 30 Juni 2006

1. PENDAHULUAN

Rangkaian elektronik akan bekerja secara ideal apabila kestabilan tegangan, arus maupun kalor buangnya mampu dikendalikan (Barmawi dan Tjia, 1997).

Setiap proses yang membangkitkan sistem rangkaian listrik selalu melibatkan adanya kalor buangan (Halliday and Resnick, 1999). Kalor ini dapat menurunkan daya

kerja komponen seperti transistor, resistor, kapasitor, *Integrated Circuit* (IC) dan komponen lain. Untuk menghindarkan terjadinya penurunan daya kerja suatu komponen atau sistem rangkaian perlu adanya suatu alat kontrol yang bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak kalor yang sudah terbuang atau yang masih tersimpan dalam komponen (Philips and Harbor, 1996).

Dalam penelitian ini sebuah motor listrik DC mampu beroperasi bila ada daya listrik yang selalu menjamin kelangsungan kerja motor. Untuk itu diperlukan suatu alat yang mampu mentransfer energi listrik dan sistem kontrol yang mengetahui apakah energi listrik yang ditransfer sudah mencukupi atau sudah optimal (Tokheim, 1999). Dalam penelitian ini akan didapatkan informasi tentang data temperatur dan tegangan yang terpakai oleh motor listrik selama beroperasi.

2. DASAR TEORI

2.1. Dioda

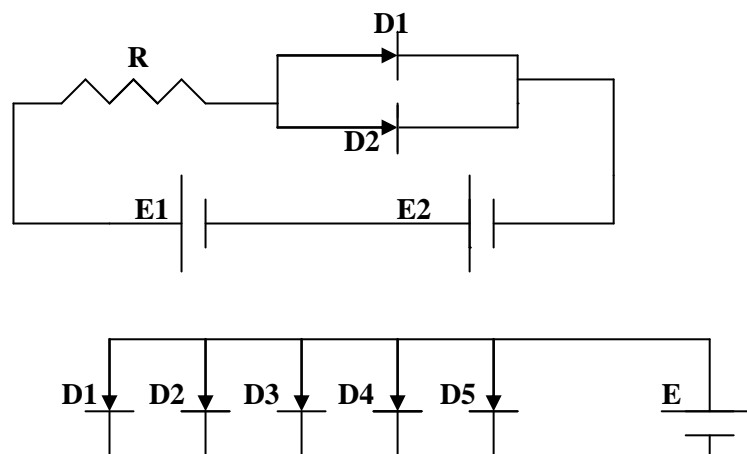
Dioda merupakan komponen elektronika yang disusun oleh bahan yang terbuat dari semi konduktor (Milman and Halkias, 1997). Dioda merupakan komponen elektronik yang menyusun transistor (Fadeli, 1984). Transistor yang

tersusun dari dioda adalah jenis transistor bipolar, yaitu transistor PNP dan transistor NPN. Dioda akan bekerja apabila arus yang melewati dioda sesuai dengan tanda kutubnya, yaitu bahwa dioda kaki positif terhubung dengan sumber tegangan positif dan kaki negatif terhubung dengan sumber tegangan negatif (Fadeli, 1984). Dalam rangkaian elektronika dioda memiliki peran yang penting, dioda mampu mengubah arus bolak balik AC menjadi arus searah DC (Sumijokartono, 1990). Dioda mampu menjadi rangkaian penggantung dari suatu keluaran tegangan. Dioda juga menjadi penyusun transistor bipolar. Dioda memiliki karakteristik yang bermacam-macam sesuai dengan masing-masing fungsi dan bahan dasar yang digunakan untuk membuat dioda. Salah satu jenis dioda adalah dioda zener.

Jika tegangan mundur pada dioda P-N diperbesar, pada suatu nilai tegangan maka arus mundur, naik akan cepat sekali dan sebaliknya seperti pada Gambar 1 (Fadeli, 1984).

2.2. Transistor

Menurut Milman dan Halkias (1997) transistor merupakan piranti elektronik yang bersifat aktif, artinya transistor mampu meningkatkan sinyal listrik masukan yang



Gambar 1. a. Rangkaian dioda dengan tegangan mundur
b. Rangkaian dioda dengan tegangan maju

melewati piranti ini. Transistor ada dua macam menurut skala besar yaitu transistor bipolar dan transistor efek medan. Transistor bipolar tersusun dari dua buah

dioda yang tersusun dari bahan semikonduktor. Bila dua buah dioda dirangkai dengan bagian negatifnya yang saling dipertemukan, maka kedua dioda ini akan menjadi transistor PNP (Milman and Halkias, 1997). Sedangkan dua buah dioda dirangkai dengan mempertemukan bagian kutub positifnya, maka rangkaian dua buah dioda ini menghasilkan transistor NPN.

Cara kerja transistor NPN dan PNP adalah sama, yaitu keduanya sama-sama memperbesar sinyal listrik, akan tetapi keduanya mempunyai perbedaan yaitu terletak pada posisi masing-masing kakinya. Pada transistor PNP, kaki emitor terletak pada kutub positif baterai dan kolektor terletak pada bagian negatif sumber tegangan, sedangkan aturan transistor NPN sebaliknya kaki emitor terletak pada kutub negatif sumber tegangan dan kaki kolektor terletak pada kutub positif sumber tegangan.

2.3. IC 1558D

IC 1558D merupakan jenis IC *Operational Amplifier* (OP-AMP) yang berfungsi untuk menjumlahkan hasil kali perkalian, pembagian dan penjumlahan (Hughes, 1997). IC OP-AMP merupakan gabungan dari transistor transistor penguat yang dikemas sedemikian rupa dan sesuai dengan fungsi kebutuhan penguatannya.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timah, kabel konvensional, kapasitor, transistor, resistor, dan IC 1558D.

3.2. Alat

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah multimeter, motor DC, oscilloscope, test-pen, amperemeter, komputer, kabel, steker, kalkulator, dan sistem pengendali.

3.3. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Unila dan PT. PLN Sumbagsel Bandar Lampung. Adapun waktu penelitian dilaksanakan 4 bulan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan Data

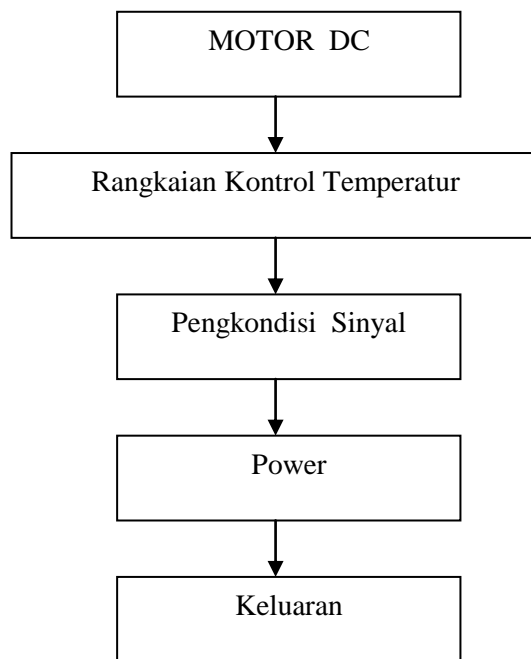
Pengambilan data dilaksanakan langsung di PT. PLN Sumbagsel Bandar Lampung, selama 2 bulan

2. Pengolahan Data

Setelah didapatkan data dari hasil pengamatan, kemudian data ini diolah dengan tujuan untuk mendapatkan harga arus dan waktu, selama 1 bulan

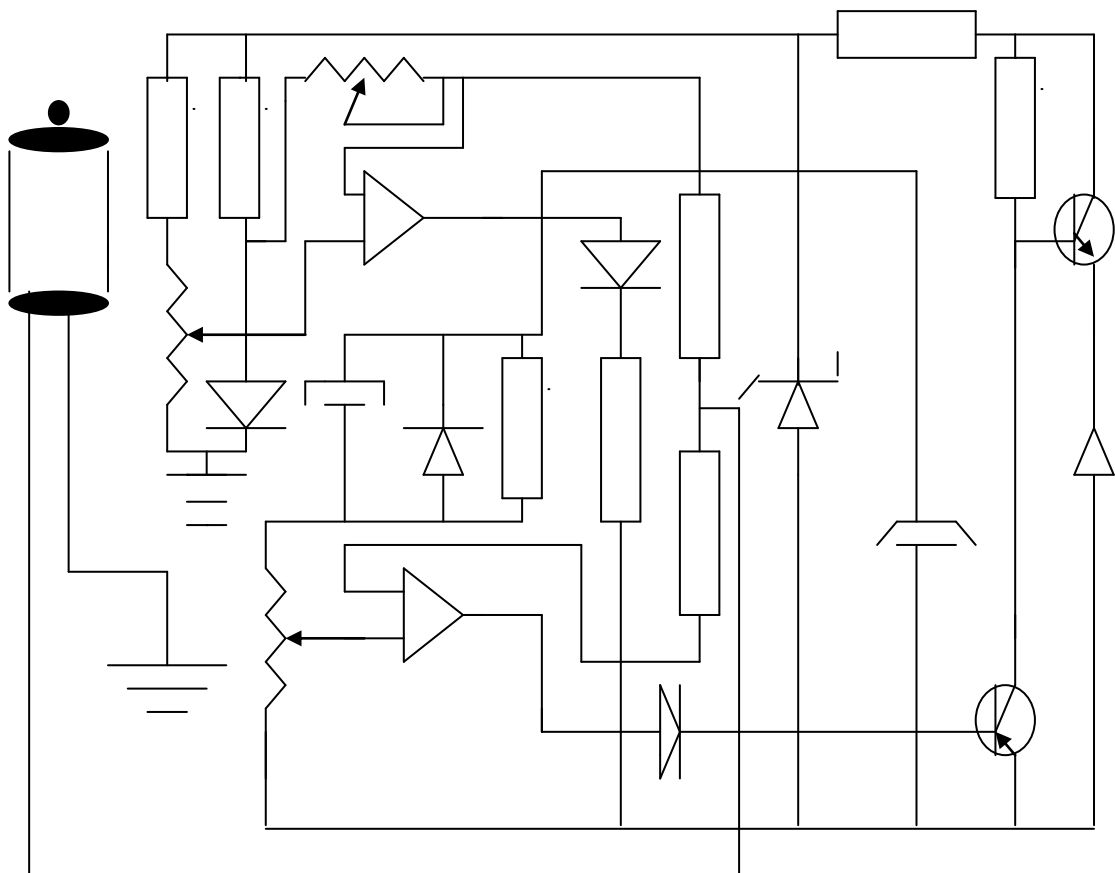
3. Diagram Block Metode Penelitian

Studi lapangan merupakan kegiatan pendahuluan sebelum penelitian dilaksanakan, dalam mendukung kelancaran proses pengambilan data, setelah semua peralatan diseting dengan benar dan semua keperluan sudah dipersiapkan, lalu dilaksanakan pengambilan data. Data yang didapatkan dari hasil pengujian alat, lalu dilakukan pengolahan data. Dengan memasukkan parameter-parameter yang diperlukan lalu dilakukan analisis data. Adapun seminar setelah hasil pengolahan data kesimpulan sudah selesai. Gambar 2 menyajikan tahapan metode penelitian.



Gambar 2. Diagram Block Metode Penelitian

3.4. Rangkaian Alat



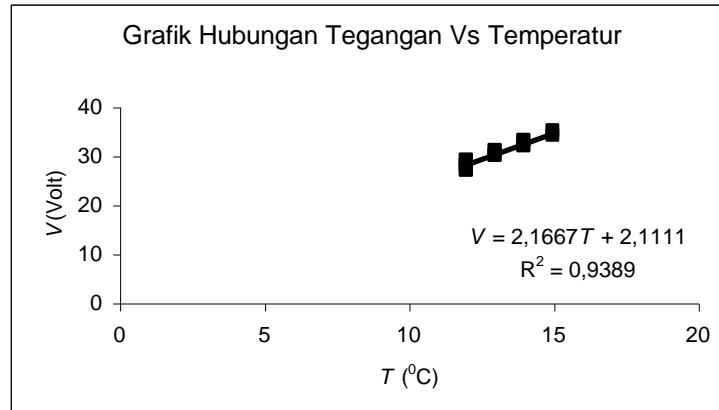
Gambar 3. Rangkaian Sistem Kontrol Pada Motor DC

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

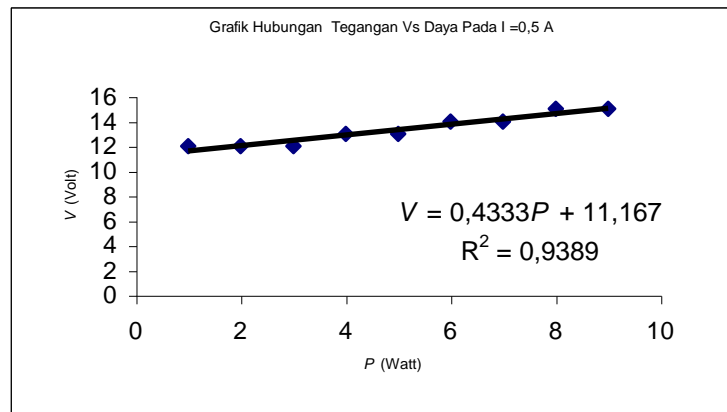
4.1. Data Hasil Pengamatan

Dari hasil pengamatan didapatkan data temperatur pada motor DC, yang

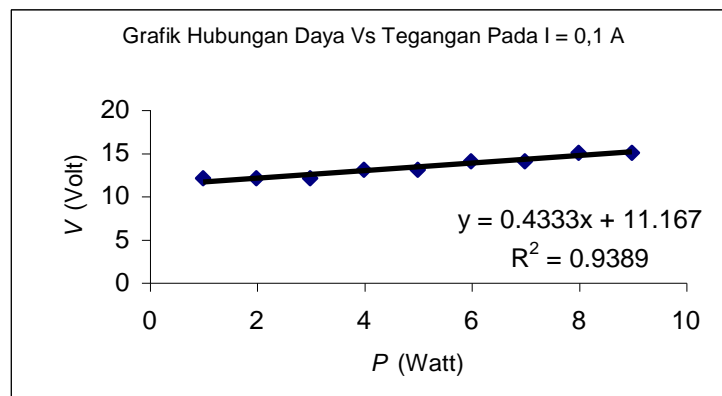
merupakan kalor buangan dari sebagian energi listrik yang diberikan oleh sumber tegangan melalui rangkaian sistem kontrol daya dan tegangan.



Gambar 4: Grafik Hubungan antara temperatur dan Tegangan



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Equivalen Daya dan Tegangan



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Equivalen Daya dan Tegangan

4.2. Pembahasan

Pada Gambar 4 diatas tampak bahwa kenaikan temperatur sebagai akibat energi listrik yang disuplai oleh alat dapat mengakibatkan adanya umpan balik ke sistem kontrol, kenaikan temperatur ini dilaporkan kembali oleh sensor ke sistem kontrol, dan selanjutnya sistem kontrol memberikan respon untuk menambahkan tegangan. Dari gambar 4 di atas juga tampak bahwa hubungan antara kenaikan tegangan dan kenaikan temperatur terjadi secara linier, artinya penambahan energi listrik berakibat naiknya kerja sistem rangkaian sehingga kalor yang dihasilkan dari kerja rangkaian semakin banyak dan mengakibatkan kenaikan temperatur setiap komponen yang terlibat dalam proses pengontrolan kerja motor DC (William, 1978).

Pada Gambar 5 tampak bahwa hubungan antara daya dan tegangan adalah sebagai hubungan yang linier. Sesuai dengan hukum Joule bahwa terdapat kesetaraan antara kalor dengan energi listrik yang diikuti perubahan tegangan dan arus listrik, artinya bahwa seluruh energi listrik sebagian diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran motor dan sebagian yang lain diubah menjadi energi kalor yang dapat dideteksi pada rotor dan stator motor DC yang ditandai dengan adanya kenaikan temperatur. Grafik ini merupakan pola hubungan daya dengan temperatur pada kuat arus $I = 0,5$ A.

Pada Gambar 6 tampak bahwa pada arus yang kecil $I = 0,1$ A kenaikan dayanya sangat lambat, hal ini pasti akan diikuti oleh kenaikan kalor yang lambat pula, yang berarti delta temperaturnya pun sangat kecil dan ini terkait dengan fungsi waktu terhadap kenaikan daya yang sangat lambat.

Menurut Hukum Ohm apabila arus listrik I ampere mengalir ke dalam suatu tahanan sebesar R ohm, maka akan mengakibatkan timbulnya tegangan sebesar V volt di antara kedua ujung tahanan dan kalor Q Joule pada sepanjang tahanan. Hubungan kesetaraan energi listrik dan

kalor yang dihasilkan oleh proses pengendalian motor DC dapat dituliskan sebagai berikut

$$E_s = E_m + E_q \quad (1)$$

dengan

E_s = Energi listrik yang disuplai sumber melalui alat kontrol (Joule).

E_m = Energi mekanik yang dihasilkan oleh motor DC (Joule).

E_q = Energi kalor yang dilepaskan oleh motor DC (Joule).

Apabila pers.(1) di atas diuraikan maka

$$E_s = VIR \quad (2)$$

dengan

V = Tegangan yang dibutuhkan oleh motor.

I = Arus yang mengalir melalui rangkaian dan kumparan motor DC.

R = Tahanan yang dimiliki oleh motor.

5. KESIMPULAN

Untuk menguji sistem kontrol daya dan arus dari rangkaian ini perlu adanya variabel arus input yang bervariasi.

Kenaikan equivalen daya akan semakin kecil bila arus masukan semakin kecil, hal ini berdampak pada kenaikan kalor dan temperatur pada stator dan rotor motor DC.

DAFTAR PUSTAKA

- Barmawi, M. dan Tjia, M.O., 1997, *Elektronik Komputer Digital*, Institut Teknologi Bandung, Erlangga, Jakarta.
- Fadeli, 1984, *Elektronika Dasar I*, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hughes, F. W., 1997, *Panduan OP-AMP*, Prentice Hall Inc, New Jersey, USA.
- Halliday, D. and Resnick, R., 1999, *Physics*, John Wiley & Sons Inc, New York, USA.

- Milman and Halkias., 1997, *Integrated Electronics*, Columbia University, Mc Graw Hill, Inc, New Jersey, USA.
- Philips, C and Harbor, R., 1996, *Feedback Control System*, Third Edition, Prentice Hall Inc, New jersey, USA.
- Sumijokartono, 1990, *Elektronik Praktis*, Elex Media Kompentindo, Jakarta.
- Tokheim, R., 1999, *Digital Electronics Principle and Application*, John Wiley & Sons Inc, New York, USA
- William, D.C., 1978, *Elektronics Instrumentation and Measurement Techniques*, Mc Graw Hill Inc, New Jersey, USA.