

Pengendalian Motor Arus Searah Berbasis Komputer

Abdul Haris

Dosen Teknik Elektro, Universitas Lampung

aharis@unila.ac.id

Abstrak—Penelitian ini merancang sistem pengaturan kecepatan putar motor arus searah penguat bebas menggunakan komputer. Sistem pengaturan dilakukan melalui dua sumber tegangan yaitu pada tegangan jangkar dan tegangan medan. Pengaturan tersebut menggunakan konverter arus searah pensaklaran yang terhubung dengan kumparan medan dan kumparan jangkar yang dalam aplikasinya menggunakan MOSFET dan piranti pengendalian untuk pensaklarannya dibuat menggunakan mikrokontroler yang berbasis komputer. Dari hasil rancangan ini diperoleh sistem pengaturan yang dalam pengoperasiannya lebih mudah dan menghasilkan sistem penaturan yang lebih luas.

Kata kunci: Motor arus searah tipe penguatan bebas, mikrokontroler dan computer

Abstract—This research designed the speed control sistem of direct current motors with separately excited type by using computer. There are two way systems for controlling the motor, those are at the armatur voltage and the field voltage. The controlling used the direct current swithing converter connected to MOSFET and control instruments that the swithing used microcontroller based on computer. From the results of this design it is found a control system that is easy for operation and wider controlling.

Keywords: Direct current motor, microcontroller and computer.

A. Pendahuluan

Motor arus searah dalam aplikasinya seringkali dibutuhkan untuk mengatur kecepatan putar dan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhannya. Pengaturan kecepatan putar motor arus searah dapat dilakukan dengan pengaturan pada tegangan terminal jangkar, fluks, dan pada tahanan jangkar. Pengaturan kecepatan ini

dapat dilakukan dengan menggunakan konverter arus searah pensaklaran. Konverter tersebut berfungsi sebagai *driver* motor yang berguna untuk mengatur besar tegangan terminal jangkar dan arus medan. Mengatur arus medan berarti mengatur fluks, hal ini dikarenakan fluks sebanding dengan arus medan. Dengan cara ini kecepatan putar motor dapat diatur besarnya. Pengendali kecepatan putar motor arus searah dapat dibuat dengan rangkaian elektronika daya yang dikendalikan dengan mikrokontroler.

Saat ini komputer dan piranti pendukungnya telah masuk dalam setiap aspek kehidupan dan pekerjaan. Komputer yang ada sekarang memiliki kemampuan yang lebih dari sekedar perhitungan matematis biasa. Diantaranya adalah sistem komputer di kassa supermarket yang mampu membaca kode barang belanjaan, sentral telepon yang menangani jutaan panggilan dan komunikasi, jaringan komputer dan internet yang menghubungkan berbagai tempat di dunia. Serta teknik *interface* yang dapat menghubungkan komputer dengan peralatan listrik.

Pada penelitian ini merancang sebuah pengendali kecepatan putar motor arus searah yang dititik beratkan pada kontrol kecepatan putar motor arus searah jenis motor berpenguatan bebas. Pengaturan ini menggunakan konverter arus searah dan mikrokontroler yang berbasis komputer sehingga kecepatan putar motor arus searah dapat diatur dan dimonitor melalui komputer.

Naskah ini diterima pada tanggal 10 Juni 2009, direvisi pada tanggal 3 Juli 2009 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 1 Agustus 2009

B. Metode Penelitian

Pada perancangan ini, terdapat dua buah konverter arus searah yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor. Konverter arus searah kumparan jangkar digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk ke kumparan jangkar motor arus searah. Sedangkan konverter arus searah kumparan medan digunakan untuk mengatur arus yang masuk ke kumparan medan motor arus searah. Besarnya tegangan dan arus keluaran dari konverter arus searah bergantung pada pensaklaran yang dialami MOSFET. *Input* pensaklaran didapat dari Mikrokontroler ATmega8535 yang besarnya ditentukan oleh *input* dari komputer. Mikrokontroler juga mendapat *input* dari sensor putaran motor yang sebelumnya masuk ke rangkaian *frequency to voltage* dan akan dikirim ke komputer sebagai data untuk kecepatan motor.

Secara umum bentuk bagan sistem pengaturan ini adalah seperti yang ada pada gambar 1.

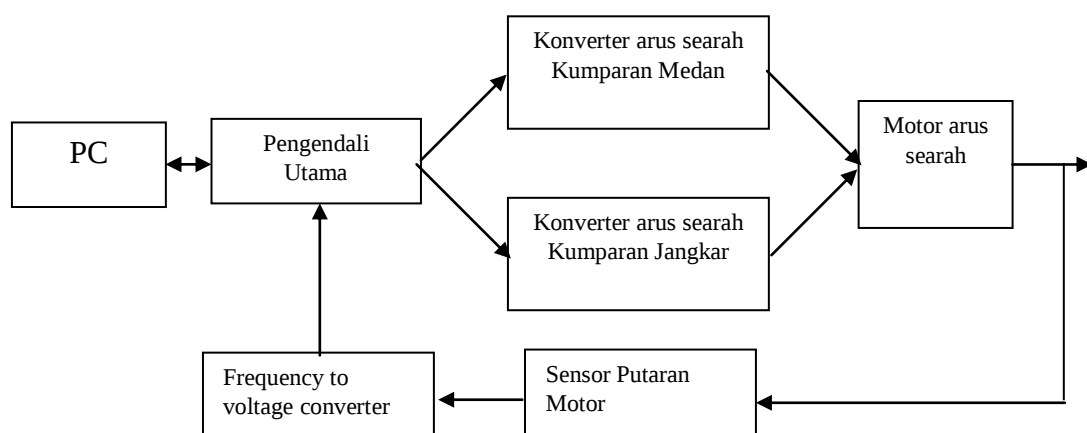
Sistem Pengendali Utama

Dalam penelitian ini untuk pengendali utama digunakan Modul DT-AVR *Low*

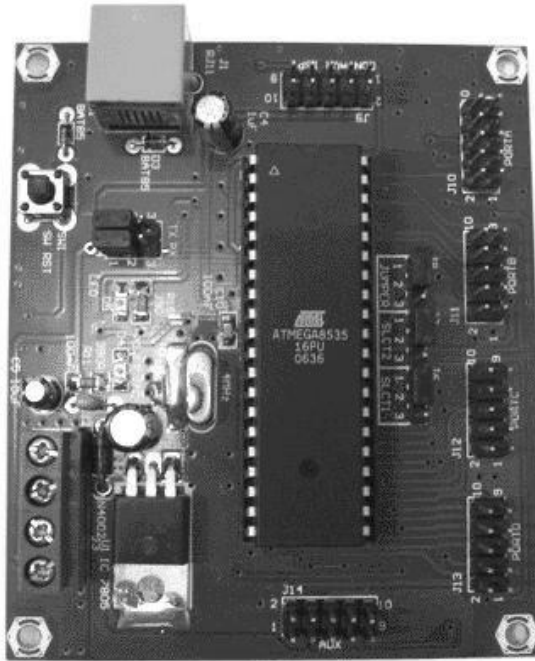
Cost Micro System 35 Pin buatan *innovative electronics*. Modul ini merupakan suatu modul *single chip* dengan mikrokontroler ATmega8535 dan kemampuan komunikasi serial secara UART serta *In-System Programming* (ISP). Spesifikasi modul Modul DT-AVR *Low Cost Micro System* sebagai berikut :

1. Mikrokontroler ATmega8535 dengan 8Kbyte Flash memory, dan 8 channel *Analog to Digital Converter* (ADC) dengan resolusi 10 bit.
2. Mendukung varian AVR 40 pin antara lain: ATmega8535, ATmega8515, AT90S8515, AT90S8535. Dan memiliki jalur input/output hingga 35 pin.
3. Terdapat *Eksternal Brown Out Detector* sebagai rangkaian reset.
4. Tersedia Crystal Oscillator 4 MHz.
5. Tersedia jalur komunikasi serial UART RS-232 dengan konektor RJ11.
6. Tersedia *Port* untuk Pemrograman secara ISP.

Tegangan input 9 – 12 VDC pada VIN dan memiliki tegangan output +5V (VCC)



Gambar 1 Sistem pengaturan motor arus searah penguatan bebas



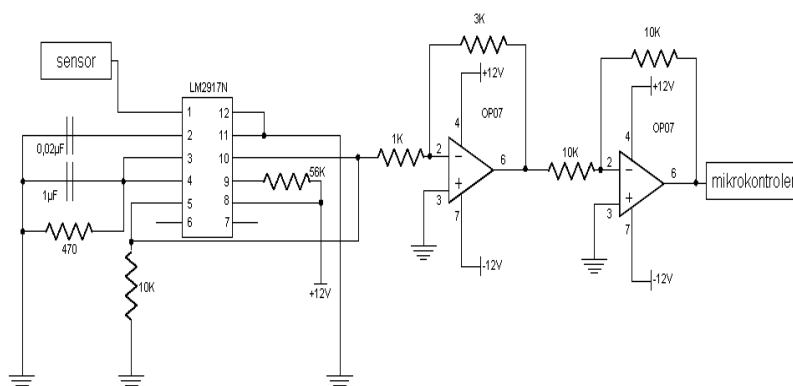
Gambar 2 Modul DT-AVR Low Cost
Micro System

Rangkaian Sensor Putaran Motor

Sebagai sensor untuk membaca kecepatan motor akan digunakan rangkaian dengan komponen sebagai berikut :

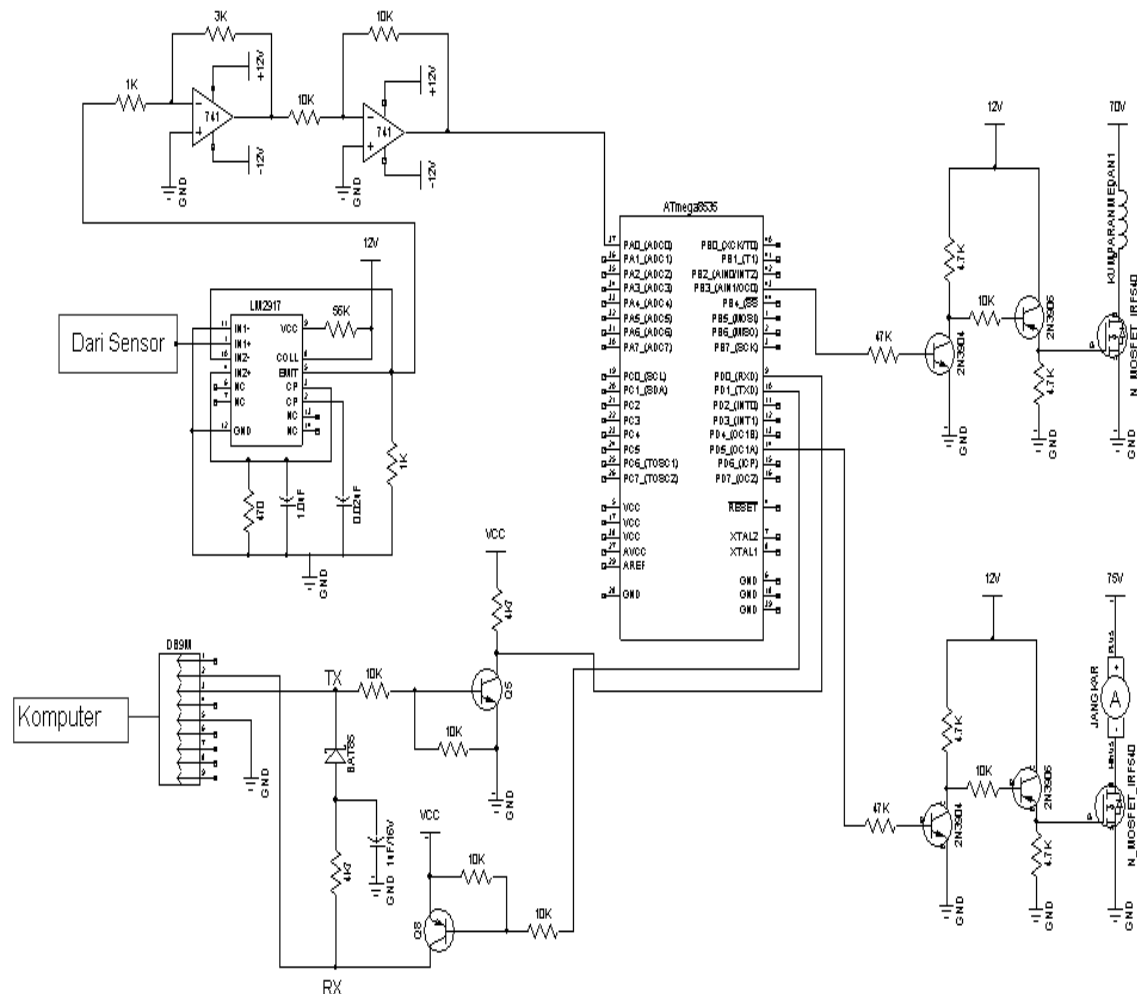
- Empat buah magnet tetap
- Inti besi transformator OT, dan inti besi motor mainan
- Kawat tembaga email 0,2 mm

Kawat tembaga email dililitkan pada inti besi yang diletakkan diatas empat buah magnet yang menempel pada as motor secara horizontal. Medan magnet yang dihasilkan akan memotong lilitan tembaga sehingga diinduksikan tegangan pada kawat tembaga yang dililitkan pada inti besi. Besarnya tegangan yang dihasilkan berubah-ubah seiring putaran as pada motor. Pada penelitian ini digunakan dua buah inti besi yang berbeda yaitu inti besi dari transformator OT, dan inti besi dari motor mainan anak-anak. Hal ini dikarenakan akan dilakukan perbandingan pada kedua inti besi tersebut. Pada inti besi dari motor mainan kawat tembaga dililit sebanyak 100 lilitan, sedangkan pada inti besi dari transformator OT kawat tembaga dililit sebanyak 400 lilitan. *Output* dari rangkaian sensor ini merupakan sinyal frekuensi. Sinyal ini akan diubah menjadi tegangan oleh rangkaian pengubah frekuensi menjadi tegangan (*frequency to voltage converter*). Tegangan *output* rangkaian ini oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) diubah menjadi data digital yang akan dibaca oleh komputer. ADC yang digunakan adalah ADC internal yang terdapat pada mikrokontroler ATmega8535.



Gambar 3 Rangkaian *frequency to voltage converter*, penguat dan sensor

Secara keseluruhan rancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 Skematik Rangkaian Perangkat Keras

Tahap berikutnya adalah perancangan dan pembuatan program. Pada penelitian ini terdapat dua buah program yang dibuat yaitu untuk mikrokontroler menggunakan bahasa *assembly* dan untuk *interface* komputer dengan *user* menggunakan software *visual basic*.

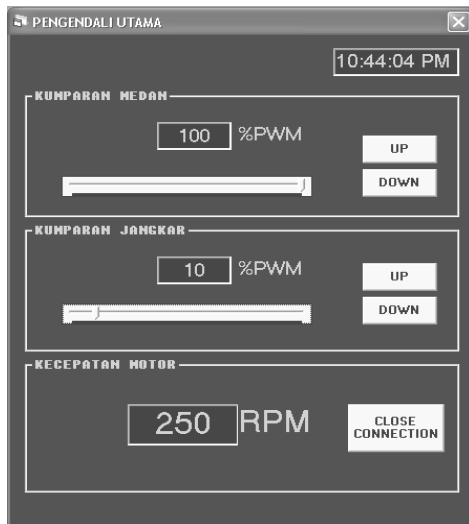
C. Hasil Dan Pembahasan Pemrograman pada Komputer

Pada penelitian ini dibuat suatu perangkat lunak yang berfungsi sebagai *interface* antara operator dengan komputer sehingga operator dapat secara langsung melakukan pengaturan kecepatan putaran motor melalui komputer. Program ini dibuat

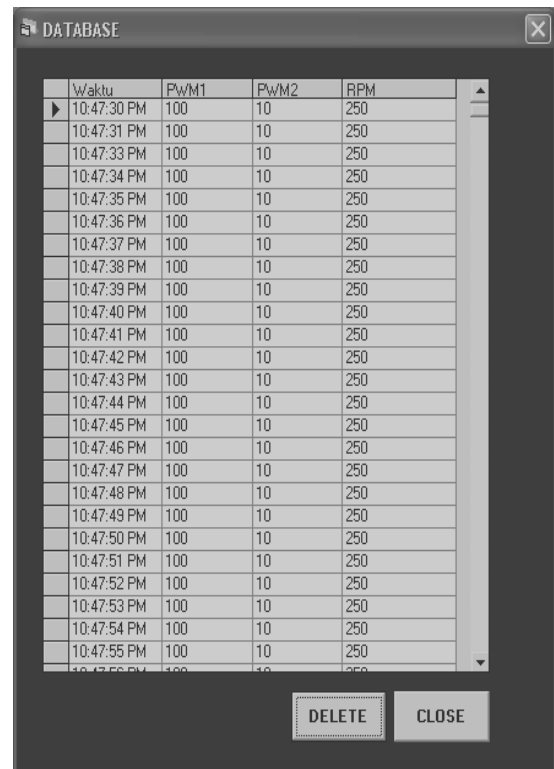
dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual basic 6.0* dan *Microsoft Access 2003*. Program yang dibuat memiliki beberapa fungsi seperti :

- Sebagai media bagi operator untuk memberi perintah kepada mikrokontroler. Yakni untuk mengeluarkan PWM yang akan digunakan untuk mengatur proses *on-off* pada rangkaian konverter arus searah
- Sebagai media bagi operator untuk memonitor kecepatan putaran motor
- Menyimpan data yang didapat selama proses pengaturan kecepatan putaran motor sebagai database, dan menampilkannya sebagai bentuk laporan. Nilai yang

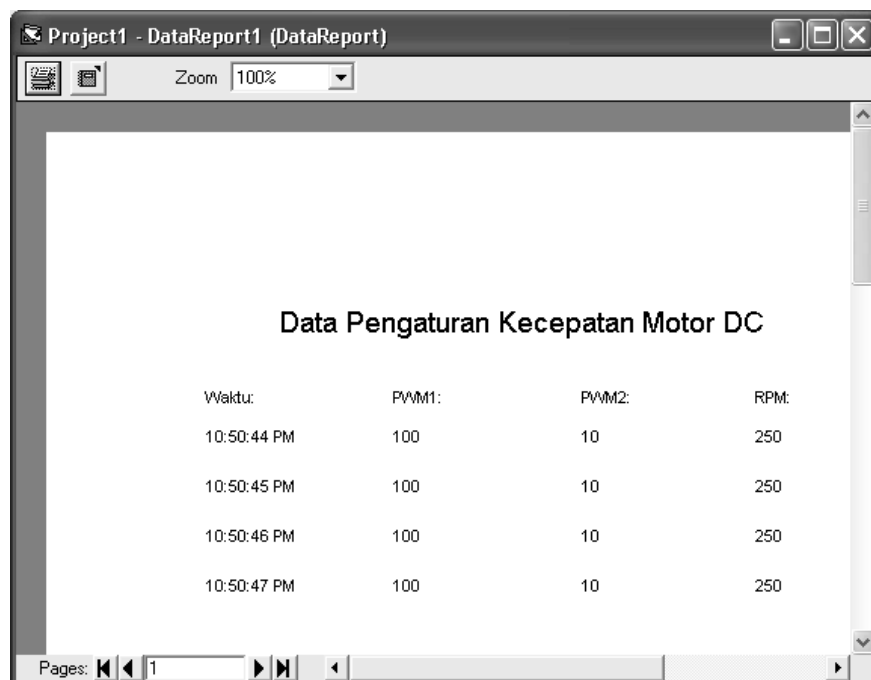
ditampilkan yaitu besarnya pwm, waktu, dan kecepatan putar motor. Program yang dibuat memiliki tampilan seperti gambar 5 hingga gambar 7.



Gambar 5 Tampilan jendela Pengendali Utama.



Gambar 6 Tampilan jendela database.



Gambar 7 Tampilan laporan.

Pada program utama terdapat tiga buah *frame* yang diberi nama Kumparan Medan, Kumparan Jangkar dan Kecepatan Motor. *Frame* Kumparan Medan digunakan untuk mengatur arus yang masuk ke kumparan medan sedangkan *frame* Kumparan Jangkar digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk ke kumparan jangkar. Kecepatan Motor digunakan untuk memonitor kecepatan motor. Dalam *frame* Kumparan Medan dan Kumparan Jangkar terdapat komponen *Slider* yang digunakan untuk mengirim data ke mikrokontroler, untuk Kumparan Medan digunakan *Slider1* sedangkan untuk kumparan jangkar digunakan *Slider2*. Proses pengiriman ini terjadi apabila terdapat perubahan nilai pada komponen *Slider* baik karena menggeser *pointer* pada *Slider* maupun dengan menggunakan tombol *Command Up* dan *Down*. Jika terjadi perubahan nilai pada *Slider*, maka program akan mengirimkan data melalui *port serial*. Pada masing – masing *Slider* terdapat empat data yang dikirim yaitu:

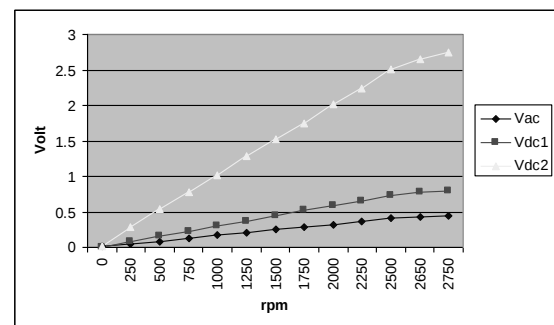
- data *keyword* dengan nilai 255
- nilai *Slider1*
- data *keyword* dengan nilai 1
- nilai *Slider2*

Hal ini dikarenakan mikrokontroler membutuhkan dua nilai untuk mengeluarkan dua buah PWM secara bersamaan yaitu nilai *Slider1* dan *Slider2*. Data *keyword* berfungsi sebagai pengarah data yang masuk ke mikrokontroler agar data yang masuk digunakan pada program yang sesuai. Nilai *Slider1* dan *Slider2* diatur untuk menghasilkan nilai dari 0 sampai 255, atau 8 bit dalam biner. Nilai *Slider* dapat dianalogikan sebagai besarnya *duty cycle* PWM. Dengan analogi nilai *Slider* 255 = 100 % PWM.

Pengujian Sensor Kecepatan

Pengujian sensor dilakukan dengan menempatkan sensor diatas 4 buah magnet tetap yang menempel pada as motor. Pada saat motor berputar sensor akan

menghasilkan tegangan sinusoidal. Tegangan tersebut akan berubah – ubah seiring putaran motor. Nilai tegangan tersebut harus linier sehingga dapat diproses untuk mendapatkan nilai kecepatan motor. Setelah itu nilai tersebut akan dirubah menjadi tegangan DC oleh rangkaian *frequency to voltage converter* selanjutnya akan dikuatkan oleh rangkaian penguat. Pengambilan data dilakukan dengan menjalankan motor dengan menaikkan kecepatan secara bertahap mulai dari 0 rpm sampai 2750 rpm. Setelah itu diambil nilai tegangan *output* dari sensor dan *frequency to voltage converter* beserta penguatnya. Hasil pengujian sensor dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik data hasil pengujian rangkaian sensor.

Keterangan :

Vac = tegangan *output* dari sensor

Vdc1 = tegangan *output* dari *frequency to voltage converter*

Vdc2 = tegangan *output* dari rangkaian penguat

Dari Gambar 8 dapat dilihat nilai Vac, Vdc1 dan Vdc2 memiliki nilai yang stabil dan kurva yang dihasilkan berbentuk linier. Sehingga nilai tegangan yang dihasilkan dari sensor2 dapat diproses untuk ditampilkan sebagai nilai kecepatan motor. Maka dapat disimpulkan sensor dapat digunakan sebagai sensor putaran motor. Nilai tegangan Vdc2 akan masuk ke mikrokontroler melau pin PA₀ untuk diubah menjadi sinyal digital oleh konversi

ADC di mikrokontroler. Keluaran yang dihasilkan berupa nilai 0 sampai 255. Rumus konversi ADC adalah :

$$\text{Hasil ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 255 \quad (1)$$

V_{ref} yang digunakan pada penelitian ini sebesar 5 Volt berasal dari pin AVCC.

Setelah itu hasil ADC akan dikirim ke komputer untuk diproses menjadi nilai tampilan rpm. Proses pada komputer dapat dilihat sebagai berikut :

$$\text{Tampilan} = \left(\left(\frac{\text{Hasil ADC}}{255} \right) \times 2500 \text{ rpm} \right) \times 2 \quad (2)$$

Pengujian Kecepatan Putar Motor Arus Searah Penguatan Bebas

Pada pengujian ini digunakan motor arus searah dengan spesifikasi sebagai berikut :

Jenis motor : motor arus searah penguatan bebas
 Rating tegangan : 220 V
 Rating arus : 1.5 A
 Daya : 200 W
 Rating kecepatan : 3000 rpm
 Tegangan medan : 130 V
 Arus medan : 0.05 A

Dari hasil pengujian diperoleh grafik seperti pada gambar 9.

100 % PWM Kumparan Medan = 70 V pada V_f (tegangan kumparan medan)

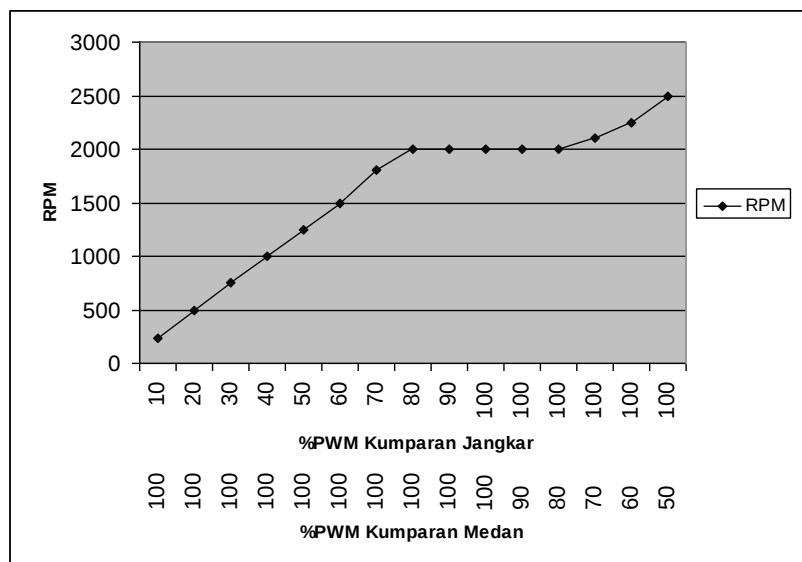
100 % PWM Kumparan Jangkar = 75 V pada V_a (tegangan kumparan jangkar)

Dari persamaan 3 diketahui kecepatan motor memenuhi persamaan :

$$N = \frac{V_a - I_a R_a}{\Phi} \left(\frac{60 A}{ZP} \right) \quad (3)$$

Dengan $\left(\frac{60 A}{ZP} \right)$ diketahui sebagai

konstanta, V_a merupakan tegangan sumber pada motor, Φ adalah fluksi motor yang tergantung pada arus kumparan medan. Dari persamaan tersebut dapat diketahui untuk menaikkan kecepatan putaran motor dapat dilakukan dengan cara menaikkan nilai V_a dan menurunkan nilai Φ . Menurunkan nilai Φ dapat dilakukan dengan cara menurunkan nilai I_f . Hal ini dikarenakan besarnya nilai Φ sebanding dengan I_f . Sedangkan besarnya nilai I_f sebanding dengan V_f . Oleh karena itu dapat juga dikatakan bahwa menurunkan nilai V_f sama dengan menurunkan nilai I_f . Menaikkan dan menurunkan nilai V_a dan Φ dilakukan dengan merubah posisi pointer pada komponen *Slider1* dan *Slider2* yang terdapat pada program



Gambar 9 Grafik data hasil pengujian pengaturan kecepatan motor

Keterangan :

%PWM kumparan medan : besarnya duty cycle PWM untuk kumparan medan

%PWM kumparan jangkar : besarnya duty cycle PWM untuk kumparan jangkar

Pada pengujian ini, pertama-tama tegangan eksitasi pada kumparan medan (V_f) dijaga konstan sebesar 70V (Φ dijaga konstan). Tegangan sumber (V_a) dinaikkan secara bertahap hingga 75V. Dari hasil pengujian dapat dilihat kecepatan motor meningkat dari 240 rpm sampai 2000 rpm. Hal ini sesuai dengan persamaan 3 dimana dengan menaikkan tegangan sumber kumparan jangkar (V_a) dapat menaikkan putaran motor ,begitu juga sebaliknya.. Selanjutnya tegangan eksitasi pada kumparan medan diturunkan sebesar 50 %. Dapat dilihat kecepatan motor meningkat sampai 2500 rpm. Hal ini membuktikan bahwa semakin kecil tegangan eksitasi pada kumparan medan (V_f) maka akan semakin kecil pula nilai Φ sehingga kecepatan putar motor akan semakin besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa dengan mengatur tegangan kumparan jangkar (V_a) dan fluks pada kumparan medan (Φ) akan menghasilkan daerah pengaturan kecepatan motor yang lebih luas dibandingkan hanya mengatur tegangan pada kumparan jangkar saja.

D. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Selain mengatur tegangan kumparan jangkar, menaikkan kecepatan putaran motor juga dapat dilakukan dengan mengatur arus pada kumparan medan. Sehingga didapatkan daerah pengaturan kecepatan motor yang lebih luas.
2. Kecepatan putaran motor arus searah dapat diatur melalui komputer

menggunakan mikrokontroler dan konverter arus searah.

3. Siklus kerja MOSFET mempengaruhi tegangan dan arus yang masuk ke motor. Semakin besar siklus kerja MOSFET semakin besar tegangan dan arus yang masuk ke motor, begitu juga sebaliknya.
4. Konverter arus searah dapat diaplikasikan dengan menggunakan MOSFET.

Ucapan Terima Kasih

Teriring salam dan do'a serta ucapan terimakasih kepada Bapak Yulianto Raharjo, Yandri Adriadi dan Ahmad Fauzan atas bantuannya dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Theraja, B.L., 1999, "A Textbook of Electrical Technology", S. Chand & Company. New Delhi.
- [2]. "Sekilas Tentang Pengubahan Daya DC-DC Tipe Peralihan". www.elektroindonesia.com/elektro/el_ek25.html 5 Agustus 2008
- [3]. Wardhana, Lingga., 2006, "Belajar Sendiri Mikrokontroller Seri ATMega8535". Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [4]. "Bahasa Assembly (Indonesia)". [www.coolnetters.com/mikrokontrolle_r/14/Bahasa+assembly+\(indonesia\).html](http://www.coolnetters.com/mikrokontrolle_r/14/Bahasa+assembly+(indonesia).html) 29 April 2008
- [5]. Retna Prasetia, dkk., 2004, "Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0". Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [6]. Malvino, Albert Paul. Alih bahasa : Hanapi Gunawan., 1999, "Prinsip-prinsip Eletronika", edisi kedua., Penebit Erlangga. Jakarta.
- [7]. Firdaus, 2006, "7 Jam Belajar Interaktif Visual Basic 6.0 untuk Orang Awam". Penerbit Maxikom. Palembang.