

SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC DENGAN PWM BERBASIS KOMPUTER

Dede Fadillah¹, M Indrasahputra, muammad kadafi
 Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
 Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
 Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan
 Telp.: (0285) 385313, www.fastikom.umpp.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan dunia industri membutuhkan otomasi instrumentasi yang mendukung proses produksi. Untuk sistem manufaktur otomatis yang cerdas dan fleksibel, sistem harus dapat merespons kondisi yang berubah dengan mengubah proses manufaktur dengan sendirinya. Komputer dapat diprogram untuk "membaca" kondisi eksternal dan menjalankan berbagai bagian programnya tergantung pada kondisi yang dirasakan. Komputer akan membutuhkan kartu antarmuka tambahan seperti PPI 8255 dan pemrograman seperti Delphi. Berbagai kelebihan dan kemudahan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis GUI (Graphical User Interface) dan berjalan di Sistem Operasi Windows seperti Delphi membuat pembuatan aplikasi lebih cepat dan efisien. Motor DC yang biasa digunakan sebagai aktuator otomasi dapat mengontrol pergerakan oleh komputer.

Kata Kunci: Bahasa Pemrograman Delphi, PPI 8255, Motor DC

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kecepatan putaran merupakan salah satu parameter penting yang harus dikendalikan dari motor DC. Pengaturan kecepatan putaran motor DC sering dilakukan dengan menggunakan rangkaian-rangkaian analog. Salah satu kelemahan pengaturan kecepatan putaran motor DC menggunakan rangkaian analog adalah sulitnya mengetahui berapa kecepatan putaran motor DC yang sebenarnya. Olehnya itu, bisa digunakan rangkaian kombinasi yaitu rangkaian analog sebagai pengatur kecepatan putaran motor DC dan rangkaian digital untuk menampilkan nilai kecepatan putaran motor DC.

Perkembangan teknologi saat ini mulai bergeser menuju proses otomatisasi dengan menggunakan komputer sebagai pusat pengontrolan peralatan elektronika. Perpaduan rangkaian analog, rangkaian digital, rangkaian terintegrasi, komputer hardware dan *software* menjadikan pengendalian sistem semakin mudah, akurat, fleksibel, dan lebih cerdas. Kelebihan pengaturan kecepatan putaran motor DC menggunakan komputer adalah tingkat akurasi yang tinggi, mudah dalam memonitoring kecepatan putaran serta pengendalian yang mudah karena pengaturannya menggunakan program (*software*) komputer.

Software dibuat menggunakan suatu bahasa pemrograman tertentu. Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat *visual* dan *even driven* (bekerja berdasarkan aksi) semakin mempermudah user dalam membuat suatu *software* aplikasi yang berbasis GUI (*Graphical User Interface*) sehingga lebih efisien, efektif, lebih cepat dan lebih menarik. Delphi adalah salah satu bahasa

pemrograman tingkat tinggi berbasis GUI yang merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman Pascal.

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana cara mengendalikan kecepatan putaran motor DC supaya sesuai dengan yang diharapkan.
- Apakah hasil penelitian ini bisa menjadi sebagai salah satu solusi alternatif pengaturan kecepatan putaran motor DC.

1.3 Batasan Masalah

- Komponen utama pengendalian kecepatan putaran motor adalah komputer
- Perangkat lunak yang digunakan adalah Delphi
- Motor yang digunakan adalah motor DC

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah merancang dan membuat *interface* yang bisa menghubungkan komputer dengan motor DC dengan menggunakan modul PPI 8255 serta merancang dan membuat program pengatur kecepatan putaran motor DC.

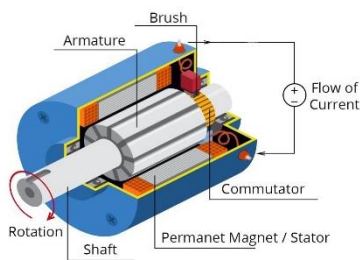
2. LANDASAN TEORI

2.1. Motor DC

Motor DC adalah peralatan elektromekanis yang mengubah daya listrik menjadi daya mekanis dengan sumber arus searah sebagai *supply* energi listriknya. Pada umumnya motor listrik terdiri dari atas bagian yang diam (*stator*) dan bagian yang bergerak (*rotor*). Stator adalah kumparan medan yang berbentuk kutub sepatu untuk

menghasilkan medan magnet. Rotor merupakan kumpulan jangkar dengan belitan konduktor (kumparan) untuk mengimbaskan ggl (gaya gerak listrik) pada konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar. Celah udara memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

Motor DC dibedakan menjadi 4 yaitu : motor shunt, motor seri, motor kompon, motor penguat terpisah. Terdapat juga motor DC khusus yaitu motor DC servo.



Gambar 1. Motor DC

2.2 Interfacing Menggunakan PPI 8255 (Programmable Peripheral Interface)

Rangkaian *interface* yang biasa digunakan dalam *interfacing* antara komputer dan peralatan luar adalah rangkaian/modul PPI 8255 (*Programmable Peripheral Interface*). IC 8255 memiliki 3 buah *Port Input* atau *Output* yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* yang terbagi dalam $P_{A0}...P_{A7}$, $P_{B0}...P_{B7}$ dan $P_{C0}...P_{C7}$.

Fungsi Pin-Pin yang terdapat pada IC 8255 :

- CS (Chip Select)* atau Pin 6 : sebagai kontrol IC apakah IC akan diaktifkan atau dinonaktifkan.
- RD (Read Data)* atau Pin 5 : digunakan untuk membaca data dari *Port A* atau *B* atau *C* untuk menyalurkan data ke Pin data $D_0 - D_7$ dan selanjutnya akan dikirim ke CPU.
- WR (Write Data)* atau Pin 36 : digunakan untuk mengirimkan data dari Pin data $D_0 - D_7$ yang berasal dari komputer ke *Port A* atau *B* atau *C* yang selanjutnya akan digunakan oleh peralatan lain.
- Reset* atau Pin 35 : berfungsi sebagai penghapus isi *register CW (Control word)* dan semua *Port A*, *B* dan *C* akan di-*set* sebagai *Input* semua.
- Supply (Vcc dan GND)* atau Pin 26 dan Pin 7 : digunakan untuk memberikan *supply* pada IC. Tegangan kerja pada IC ini adalah +5V.
- A_0 dan A_1 atau Pin 8 dan Pin 9 : untuk menyeleksi *Port A*, *B* dan *CW*.
- $D_0 - D_7$ atau Pin 34 sampai Pin 27 : merupakan *bus* data 8 bit.
- Port A*, *B* dan *C*

Port A : merupakan 8 bit *Input* atau *Output* dimana sebagai *Input* bersifat *Latch* dan sebagai *Output* bersifat *Latch/buffer*.

Port B : merupakan 8 bit *Input* atau *Output* dimana sebagai *Input* bersifat *buffer* dan sebagai *Output* bersifat *Latch/buffer*

Port C : merupakan 8 bit *Input* atau *Output* dimana sebagai *Input* bersifat *buffer* dan sebagai *Output* bersifat *Latch/buffer*. *Port* ini dibagi menjadi dua bagian yaitu *Port C Upper* dan *Port C Lower*. Dimana fungsi keduanya sebagai *control*.

Ada 3 mode dasar dalam pengoperasian PPI yaitu :

- o Mode 0 : *Input/Output* dasar
- o Mode 1 : *Input/Output* dengan *strobe*
- o Mode 2 : *bidirectional bus*

Mode 0 yang paling banyak digunakan karena merupakan pengoperasian yang paling mudah. Konfigurasi PPI 8255 pada mode 0 dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Definisi Port pada mode 0

A		B		GROUP A			GROUP B	
D4	D3	D2	D1	PORT A	PORT Cu	CW	PORT B	PORT C
0	0	0	0	Output	Output	80H	Output	Output
0	0	0	1	Output	Output	81H	Output	Input
0	0	1	0	Output	Output	82H	Input	Output
0	0	1	1	Output	Output	83H	Input	Input
0	1	0	0	Output	Input	88H	Output	Output
0	1	0	1	Output	Input	89H	Output	Input
0	1	1	0	Output	Input	8AH	Input	Output
0	1	1	1	Output	Input	8BH	Input	Input
1	0	0	0	Input	Output	90H	Output	Output
1	0	0	1	Input	Output	91H	Output	Input
1	0	1	0	Input	Output	92H	Input	Output
1	0	1	1	Input	Output	93H	Input	Input
1	1	0	0	Input	Input	98H	Output	Output
1	1	0	1	Input	Input	99H	Output	Input
1	1	1	0	Input	Input	9AH	Input	Output
1	1	1	1	Input	Input	9BH	Input	Input

2.3. DAC (Digital to Analog Converter)

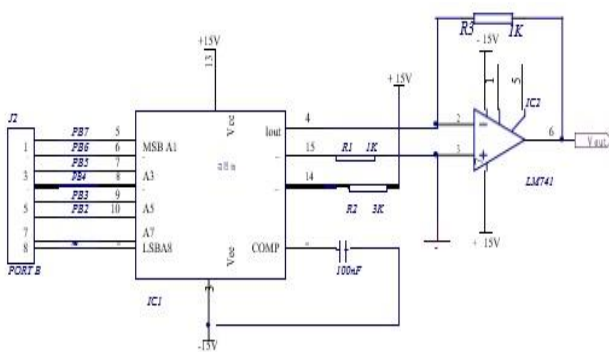
DAC adalah suatu pengkode/perubah dari informasi (data) digital menjadi data analog. Semua informasi atau data pada komputer adalah data digital, sehingga bila digunakan untuk mengendalikan suatu peralatan yang menggunakan data analog, maka data digital tersebut harus dirubah menjadi data analog. Untuk merubah data digital ke analog digunakan IC DAC. Output DAC berupa arus dan bila di inginkan data yang dikeluarkan adalah tegangan, maka harus di tambahkan rangkaian agar data yang dikeluarkan menjadi tegangan. Pada tulisan ini, DAC yang digunakan adalah DAC 0808 yang merupakan DAC 8 bit. Keluaran DAC dirancang untuk tegangan Volt (*input 00H*) sampai 5 Volt (*input FFH*). Rangkaian DAC 0808 ditunjukkan dalam Gambar 2.

Tegangan catu yang digunakan sebesar $\pm 15V$. Sedangkan Arus referensi ditentukan sebesar 5mA dengan tegangan referensi +15V sehingga R_2 dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (10) yaitu :

$$R_2 = \frac{V_{ref}}{I_{ref}}$$

$$R_2 = \frac{15 V}{5 mA}$$

$$= 3 k\Omega$$



Gambar 2. Rangkaian DAC 0808

R_2 sebesar 3K Ω dapat dibentuk dengan menseri dua resistor yang ada dipasaran yaitu 2,7K Ω dan 270 Ω . Resistor R_1 pada pin 15 disesuaikan dengan databook sebesar 5K, Demikian juga dengan kapasitor kompensasi sebesar 100nF (National Semiconductor, 1995 : 3-17). Arus keluaran (I_{OUT}) akan dikonversi ke dalam bentuk tegangan dengan menggunakan Op-Amp. Keluaran (V_{OUT}) Akan setara dengan I_{OUT} dikalikan dengan R_3 .

2.4 ADC (Analog to Digital Converter)

ADC adalah suatu pengkode/perubah dari informasi (data) analog menjadi data digital. Semua informasi atau data pada komputer adalah data digital, sehingga bila komputer hendak "membaca" data dari suatu peralatan yang menggunakan data analog, maka data analog tersebut harus dirubah menjadi data digital. Untuk merubah data digital ke analog digunakan IC ADC. Output ADC adalah bit-bit digital yang ekuivalen dengan sinyal input analog. Pada tulisan ini, ADC yang digunakan adalah ADC 0804 yang merupakan ADC 8 bit.

2.5 Operational Amplifier (Op-Amp)

Arus yang dikeluarkan oleh DAC 0808 belum cukup untuk menggerakkan motor sehingga harus di

tambahkan Op-Amp sebagai penguat. Pada dasarnya, op-amp terbagi menjadi dua jenis yaitu :

- 1) Inverting Amplifier (penguat pembalik) yang mempunyai ciri-ciri umum yaitu bahwa input diberikan pada pin negatif (-) dan pin positif (+) digroundkan.
- 2) Non-Inverting Amplifier (penguat tak membalik) yang mempunyai ciri umum yaitu bahwa input diberikan pada pin positif (+) dan pin negatif (-).

3. DESAIN RANGKAIAN

Secara garis besar, perancangan alat terbagi atas perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang dijalankan di komputer.

3.1 Perancangan perangkat keras

- 1) Perancangan rangkaian PPI 8255 (*Programmable Peripheral Interface*).
- 2) Perancangan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) menggunakan IC DAC 0808 dari National Semiconductor.
- 3) Perancangan rangkaian penguat tegangan menggunakan IC Op-Amp LM741.
- 4) Perancangan rangkaian driver motor untuk mengatur kecepatan putaran motor DC.
- 5) Perancangan rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*) menggunakan IC ADC 0804 dari National Semiconductor.

3.2 Gambaran Umum dan Spesifikasi

- a. Komputer yang digunakan mempunyai sistem operasi berbasis Windows 7 dengan kelengkapan Slot ISA untuk PPI Card.
- b. PPI 8255 yang digunakan untuk *interfacing* berupa card yang dapat di atur pengalamatannya (*address*).
- c. Kabel yang digunakan untuk menghubungkan PPI Card dengan alat menggunakan Standart DB25.
- d. Program yang digunakan untuk mengatur dan mengontrol peralatan berjalan dalam sistem operasi Windows 7.

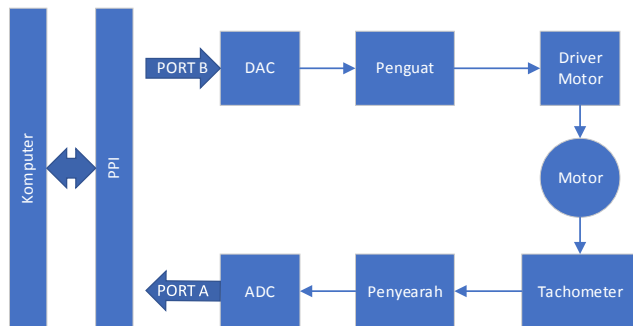
3.3 Blok Diagram

Blok diagram perencanaan sistem Pengatur Kecepatan Motor DC dengan menggunakan Komputer ditunjukkan dalam Gambar 3 .

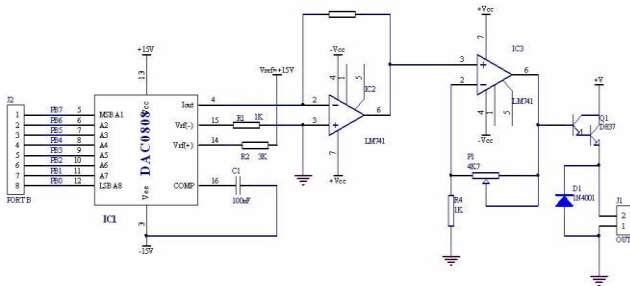
3.4 Prinsip kerja

Komputer akan mengeluarkan data pada PPI 8255 melalui Port B dan diberikan ke DAC. DAC akan mengubah data ke dalam bentuk tegangan. Tegangan ini perlu

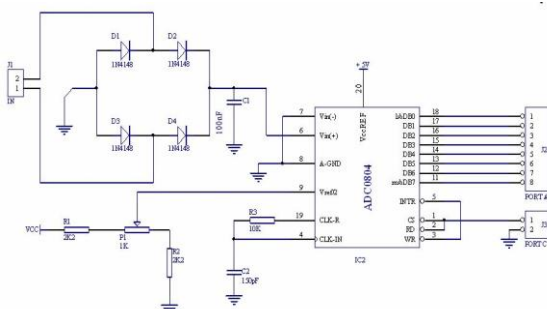
dikuatkan lagi agar mencapai tegangan yang diinginkan untuk menggerakkan motor. Tegangan dari penguat akan mengaktifkan *driver* motor, dimana *driver* motor digunakan untuk memperkuat arus dan saklar untuk menjalankan motor. Kecepatan motor akan disensor melalui tacho generator yang kemudian oleh ADC akan dirubah ke dalam bentuk digital. Ketika ada beban maka kecepatan motor akan berubah (menurun), komputer akan segera menaikkan tegangan jangkar motor dengan mengubah data yang dikeluarkan ke DAC sehingga di dapat kecepatan yang diinginkan. Seandainya kecepatan motor melebihi kecepatan yang diinginkan maka komputer akan segera menurunkan tegangan pada motor dengan cara menurunkan data yang dikeluarkan ke DAC.



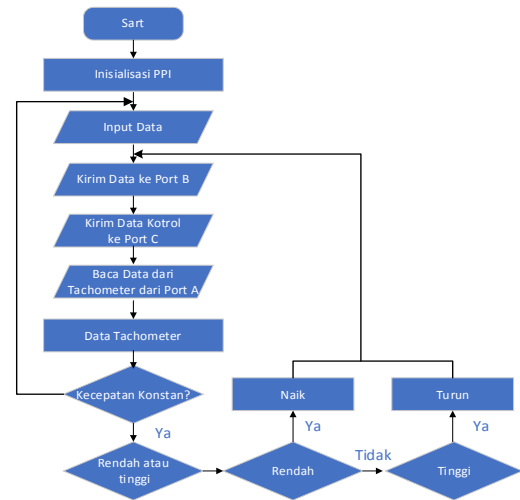
Gambar 3. Blok Diagram sistem



Gambar 4. Rangkaian DAC dan OP-AMP



Gambar 5. Rangkaian ADC dan penyearah



Gambar 6. Diagram alir perangkat lunak

3.5 Rangkaian Pengatur Kecepatan Motor

Rangkaian pengatur kecepatan motor dibagi menjadi dua bagian besar yaitu rangkaian DAC dan penguat dan rangkaian ADC dan penyearah seperti ditunjukkan pada Gambar 4 Gambar 5.

3.6 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan diagram alir (*flowchart*) sebagai sarana untuk mempermudah pembuatan *software*. Selanjutnya program ditulis dalam bahasa pemrograman Delphi. Kompiler yang digunakan adalah Delphi Versi 7.

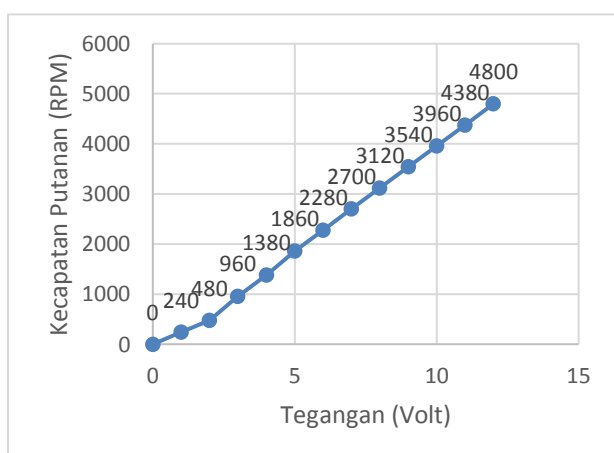
Adapun tahapan proses dari program aplikasi adalah :

- Inisialisasi PPI, proses pengenalan awal program aplikasi terhadap PPI 8255.
- Setelah inisialisasi, data diinputkan ke program aplikasi melalui form input kemudian mengirimkan data tersebut ke Port B.
- Program aplikasi akan mengirim data kontrol ke Port C. Port A digunakan untuk membaca data yang dikeluarkan oleh Tachometer dan ditampilkan dalam bentuk angka.
- Bila kecepatan tidak konstan maka proses akan kembali ke proses data input dan bila kecepatan konstan maka akan dilanjutkan ke proses validasi yang mendeteksi

apakah kecepatan output sama dengan input kecepatan (kecepatan yang diinginkan).

- e. Proses validasi ini akan berulang terus menerus, dan apabila kecepatan output tidak sama dengan kecepatan yang diinginkan maka akan dilanjutkan ke proses validasi selanjutnya.
- f. Setelah inialisasi, data diinputkan ke program aplikasi melalui form input kemudian mengirimkan data tersebut ke Port B.
- g. Program aplikasi akan mengirim data kontrol ke Port C. Port A digunakan untuk membaca data yang dikeluarkan oleh Tachometer dan ditampilkan dalam bentuk angka.
- h. Bila kecepatan tidak konstan maka proses akan kembali ke proses data input dan bila kecepatan konstan maka akan dilanjutkan ke proses validasi yang mendeteksi apakah kecepatan output sama dengan input kecepatan (kecepatan yang diinginkan).
- i. Proses validasi ini akan berulang terus menerus, dan apabila kecepatan output tidak sama dengan kecepatan yang diinginkan maka akan dilanjutkan ke proses validasi selanjutnya.
- j. Bila ternyata kecepatan output lebih rendah dari kecepatan yang diinginkan maka data input harus dinaikkan agar kecepatan output stabil kembali. Bila ternyata kecepatan output lebih tinggi dari kecepatan yang diinginkan maka data input harus diturunkan agar kecepatan output stabil kembali.
- k. Output proses naik dan turunnya data dijadikan sebagai umpan balik dan dikirimkan kembali ke Port B. Saat ada data yang dikirimkan kembali ke Port B, proses akan dimulai dari awal sampai didapatkan hasil yang diinginkan yaitu kecepatan motor DC sama dengan input data kecepatan yang diberikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

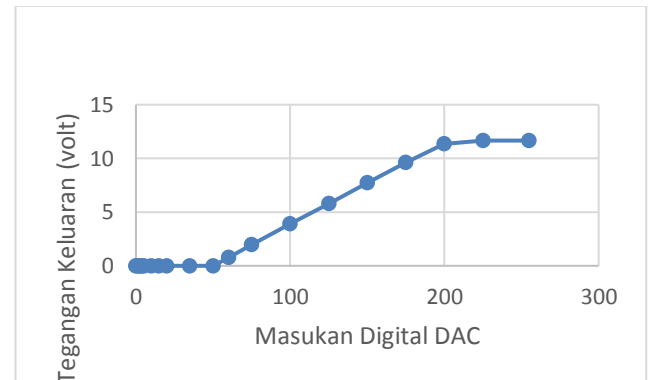


Gambar 6. Grafik karakteristik putaran motor dc

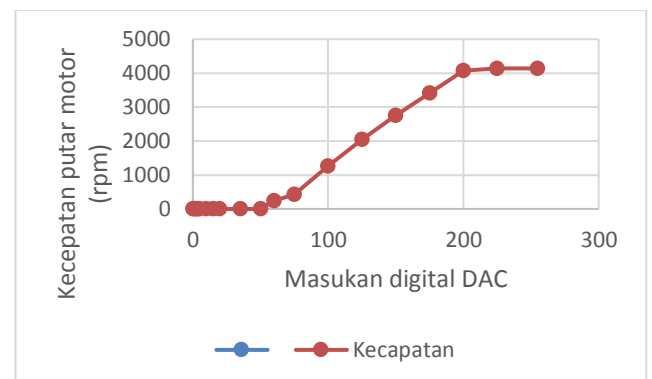
Karakteristik perubahan kecepatan putar motor dapat dilihat pada Gambar 6. Kecepatan motor naik membentuk grafik linier yang merupakan perbandingan antara tegangan sumber dengan kecepatan motor. Karakteristik hubungan

antara masukan digital dengan PWM dapat dilihat pada gambar 7 yang memperlihatkan tegangan akan naik dengan perubahan masukan digital yang semakin besar pula.

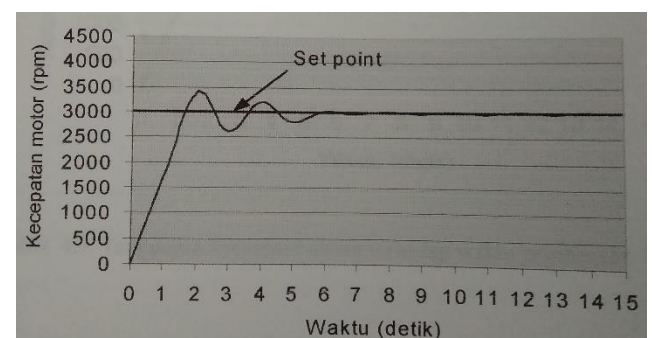
Kecepatan motor akan semakin cepat sesuai dengan besarnya masukan digital dari DAC seperti pada Gambar 8.



Gambar 7. Grafik karakteristik hubungan antara masukan digital dengan keluaran PWM



Gambar 8. Grafik karakteristik hubungan antara masukan digital dengan kecepatan putaran motor dc.



Gambar 9. Grafik tanggapan kecepatan motor terhadap waktu pembaan.

Ketika motor diberi beban akan mempengaruhi kecepatannya, setelah beberapa saat kecepatan motor akan kembali normal dimana kecepatan motor sudah diatur sesuai dengan set pointnya.

5. KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaturan yang dilakukan akan menjadikan kecepatan motor menjadi stabil baik ketika tanpa beban maupun ketika diberi beban, kecepatan motor akan stabil pada set point yang diinginkan.
2. Rata-rata selisih kecepatan putaran motor tanpa beban dan putaran motor dengan beban adalah 90 rpm dan kecepatan maksimum dari rangkaian ini adalah ± 3000 rpm.
3. Rata-rata simpangan antara kecepatan putaran motor berbeban dan putaran motor tanpa beban adalah 3,7%.
4. Komputer mampu menjadi salah satu alternatif controller pada pengaturan kecepatan motor DC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anshori, Yusuf, 2009, Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Bebas Komputer, Palu, Universitas Tadulako.
- [2] A.E. Fitzgerald, et al., 1997. Mesin Mesin Listrik. Alih Djoko Achyanto. Jakarta: Erlangga.
- [3] Alam M. Agus J. 2009. Borland Delphi 7.0. Edisi kedua. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [4] Kartawidjaka, Maria A. Konverter Analog ke Digital, teori, cara kerja dan penerapannya. ELEX No.2 Paket II. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- [5] Malvino, Albert Paul. 1987. Prinsip-prinsip dan Penerapan Digital. Edisi ketiga, Penerjemah Irwan Wijaya. Jakarta: Erlangga.
- [6] Malvino, Albert Paul. 1995. Prinsip-Prinsip Elektronika. Edisi kedua, Penerjemah Hanapi Gunawan. Jakarta: Erlangga.
- [7] Malvino, Albert Paul. 1999. Elektronika Komputer Digital Pengantar Mikrokomputer. Edisi kedua, Penerjemah Tjia May On. Jakarta: Erlangga.
- [8] Zuhail. 1993. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.