

PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN SENSOR HALL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535

Roni Sinaga¹, Dr. Marhaposan Situmorang²

¹Mahasiswa FISIKA FMIPA

²Ketua Departemen FISIKA FMIPA

Universitas Sumatera Utara

Jln. Bioteknologi 1

Medan

Email : sevenronny@yahoo.com

Hp : 082367142877

ABSTRAK

Telah dirancang sebuah alat pengendali kecepatan putaran motor DC menggunakan sensor hall berbasis mikrokontroler ATmega8535. Secara garis besar alat ini terdiri dari motor dc, sensor hall, mikrokontroler dan driver. Tujuan rancangan ini adalah untuk mengendalikan kecepatan motor dc dengan metode pengaturan lebar pulsa (PWM). Cara kerja alat ini adalah mikrokontroler diprogram untuk membandingkan kecepatan putaran motor yang dideteksi oleh sensor hall terhadap kecepatan putaran motor yang di input. Berdasarkan hasil data dan analisis maka didapat tingkat kesalahan sebesar 0,62% pada kondisi kecepatan putaran 190rpm sampai dengan 240 rpm. Dengan demikian kecepatan putaran motor dc dapat dikendalikan sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu alat pengendalian kecepatan putaran ini dapat digunakan pada tujuan-tujuan tertentu, misalnya pada proses pengendalian di dunia industri.

Kata Kunci : Sensor Hall, Motor DC, Mikrokontroler.

ABSTRACT

Has designed a DC motor speed control device using sensor hall based microcontroller ATmega8535. Generally, this instrument consists of a dc motor, hall sensor, microcontroller and driver. The purpose of this design is to control the speed of dc motors with pulse width control (PWM) method. The workings of this instruments is a microcontroller programmed to compare the speed of rotation of the motor is detected by the hall sensor on the motor rotation speed input. Based on the analysis of the data and obtained an error rate of 0.62% with 190rpm rotation speed up to 240 rpm. Thus, the speed of rotation of dc motor can be controlled as expected. Thus the rotation speed control devices can be used on specific purposes, for example in the control process in the industry.

Keywords : Hall Sensor, DC Motor, Mikrokontroler.

1. PENDAHULUAN

Banyak cara untuk mengatur suatu kecepatan putaran motor, misalnya dengan menggunakan potensiometer. Dalam mengatur kecepatan putaran motor dc, potensiometer digunakan untuk menambah dan mengurangi tegangan yang masuk ke motor dc. Karena motor DC digunakan untuk memproduksi, mengangkat dan menurunkan ataupun menggerakkan perangkat mesin, cara ini paling sering digunakan dalam dunia industri.

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia industri sangat memerlukan sistem produksi yang memerlukan kecepatan, ketepatan dengan konsumsi daya yang lebih efisien, karena tidak setiap saat motor dc bekerja dengan beban kerja yang tetap. Semakin berat beban yang diberikan maka kecepatan putaran motor dc akan berkurang dari kecepatan sebelumnya, dan begitu juga sebaliknya, apabila beban dikurangi maka motor dc akan berputar lebih cepat dari kecepatan awal yang diberikan.

Sehingga diperlukan operator untuk menambah dan mengurangi tegangan supply ke motor dc secara manual untuk mempertahankan kecepatan awal dari motor dc. Namun cara ini akan akan mengakibatkan pekerjaan yang lebih rumit dan waktu yang lebih lama, karena motor dc harus diperhatikan setiap saat dan harus menyeleksi tegangan yang sesuai untuk di supply ke motor dc.

Oleh karena itu peneliti merancang sebuah alat pengendali kecepatan motor dc menggunakan sensor hall berbasis mikrokontroler atmega 8535. Alat ini sangat berguna di dunia industri karena dapat mempertahankan kecepatan putaran motor dc secara otomatis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik [8]. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak

berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

- Kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- Current Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo : meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
- Arus medan : menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$E = K \Phi N$$

$$T = K\Phi I_a$$

Dimana :

E = Gaya elektromagnetik

Φ = Fluks medan

N = Kecepatan dalam RPM

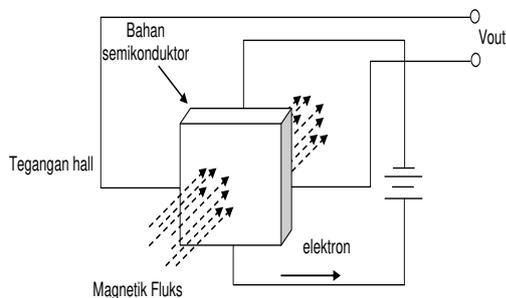
T = Torque

I_a = Arus

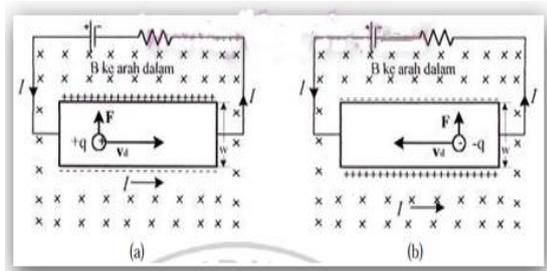
K = Konstanta

SENSOR HALL

Piranti sensor efek hall (Efek Hall) menghasilkan tegangan keluaran yang ditimbulkan karena medan magnet. Sensor efek hall pertama kali ditemukan pada tahun 1879 oleh Edward H.Hall [9]. Prinsip kerja sensor Hall Effect adalah sebagai berikut. Bila sebuah magnet diletakkan tegak lurus terhadap sepasang keping konduktor, maka tegangan akan muncul pada sisi yang berlawanan dengan konduktor. Tegangan yang muncul ini disebut dengan tegangan Hall. Besar tegangan Hall sebanding dengan arus dan kuat medan magnet.



Gambar 1. Transduser Efek Hall menggunakan sebuah keping semikonduktor



Gambar 2. Efek Hall pada suatu konduktor setelah diberi medan magnet

Gaya Lorentz adalah prinsip kerja utama dari efek hall. Sebuah penghantar konduktor berbentuk pelat dialiri arus I. Terlihat bahwa muatan positif bergerak ke arah kanan menuju kutub negatif dari sumber arus, sedangkan muatan negatif bergerak lurus ke arah kiri menuju kutub positif sumber arus. Oleh karena itu tidak ada beda potensial pada ujung-ujung plat konduktor. Bila pelat penghantar diberi medan magnet, seperti gambar yang arahnya tegak lurus ke arah dalam, maka muatan pada

pelat konduktor akan mengalami gaya Lorentz sebesar $F = qV \times B$. Muatan positif akan mengalami gaya Lorentz ke arah atas. Maka pada bagian atas pelat konduktor seolah-olah akan berjarak muatan positif (kutub positif), sedangkan muatan negatif akan mengalami gaya Lorentz ke arah bawah, maka pada bagian bawah pelat konduktor seolah-olah akan berjarak muatan negatif (kutub negatif). Oleh karena itu akan timbul medan listrik dan beda potensial pada penghantar. Besarnya beda potensial ini merupakan tegangan Hall (V_H) dimana nilai V_H ini dapat dinyatakan dengan :

$$V_H = \frac{IB}{nqw}$$

Dimana:

- I = arus listrik
- B = besarnya medan magnet
- n = kepadatan muatan
- q = besarnya muatan (Coulomb)
- w = tebal pelat penghantar

MIKROKONTROLER

Mikrokontroler ATmega8535 menyediakan fitur *Timer/Counter1* yang dapat diatur sebagai *timer*, pencacah (*counter*), perekam waktu kejadian (*even occurrence time capture*), pembangkit isyarat PWM (*Pulse Width Modulation*), serta *autoreload timer (Clear Timer on Compare/CTC)*. Dengan lebar 16 bit, *Timer/Counter1* dapat digunakan secara fleksibel untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan waktu dan pembangkit gelombang. Register-register yang terlibat pada operasi *Timer/Counter1* antara lain :

- a. TCCR1A (*Timer/Counter Control Register A*)
- b. TCCR1B (*Timer/Counter Control Register B*)
- c. TCNT1H (*Timer/Counter1 High-byte*) dan TCNT1L (*Timer/Counter1 Low-byte*)
- d. OCR1AH/L (*Output Compare Register 1 A High-byte/Low-byte*) dan OCR1BH/L (*Output Compare Register 1 B High-byte/Low-byte*)

- e. ICR1H/L (*Input Capture Register 1 High-byte/Low-byte*)
- f. TIMSK (*Timer/Counter Interrupt Mask Register*)
- g. TIFR (*Timer/Counter Flag Register*)

Isyarat PWM merupakan hasil modulasi isyarat segitiga oleh isyarat konstan. Pengubahan amplitudo isyarat konstan akan mengubah lebar pulsa hasil modulasi. Sementara pengubahan amplitudo isyarat segitiga (dengan bentuk segitiga sebangun dengan segitiga awal) akan mengubah frekuensi PWM.

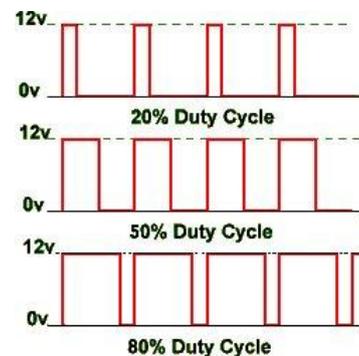
Fasilitas PWM yang disediakan memiliki resolusi 8 hingga 10 bit. Mode operasinya meliputi *Fast PWM (FPWM)*, *Phase Correct PWM (PCPWM)*, dan *Phase and Frequency Correct PWM (PFCPWM)*. Pada mode *Fast PWM*, *Timer/Counter1* akan mencacah ulang dari nol (*BOTTOM*) setiap kali terjadi limpahan (*overflow*). Perbedaan utama pada mode PCPWM dan PFCPWM adalah waktu perbaruan nilai OCR1A/B. Mode PCPWM memperbarui OCR1A/B saat nilai *TOP*, sedangkan pada PFCPWM saat nilai *BOTTOM*.

Perubahan nilai OCR1A menjadi lebih kecil menunjukkan pulsa yang menyempit pula. Durasi pulsa saat nilai OCR1A lebih besar daripada nilai TCNT1 disebut waktu ON (t_{ON}). Sebaliknya, ketika nilai OCR1A lebih kecil, disebut waktu OFF (t_{OFF}). Perbandingan t_{ON} terhadap periode PWM disebut *duty cycle*, yang nilainya maksimal 100 %.

PWM (Pulse Width Modulation)

[3]Salah satu metoda yang sering digunakan dalam pengaturan kecepatan motor DC dengan menggunakan mikrokontroler adalah dengan Pulse Width Modulation (PWM). Kecepatan motor listrik tergantung dari daya yang diberikan (atau sebanding dengan tegangan supply ketika arus konstan). Makin besar tegangan, maka semakin cepat putaran suatu motor listrik. PWM merupakan suatu tehnik yang baik untuk mengendalikan

rangkaian analog dengan keluaran digital dari suatu mikroprosesor.



Gambar 3. Duty Cycle

Dari gambar (2), jika digunakan tegangan sumber (V_s) mencapai 12 V, maka pada duty cycle 20% di atas keluaran PWM ini bernilai 2,4 V. Demikian juga pada duty cycle 50% keluaran PWM bernilai 6 V, dan pada duty cycle 80% keluaran PWM bernilai 9,6 V. Ini berarti dengan menggunakan keluaran mikrokontroler sebesar 5 V, rangkaian analog yang membutuhkan sumber tegangan lebih dari 5 V dapat dikendalikan menggunakan prinsip PWM.

Penggunaan PWM ini dapat digunakan dalam mengendalikan putaran motor yaitu melalui perubahan duty cycle PWM atau lebar pulsa PWM. Ketika duty cycle 0%, maka motor akan berhenti total karena tidak terdapat beda tegangan. Ketika duty cycle 50% maka motor akan berputar dengan kecepatan setengah dari kecepatan maksimalnya karena tegangan yang diberikan setengah dari tegangan penuh. Ketika PWM dalam kondisi 100% maka motor berputar dengan kecepatan maksimal karena keluaran dari PWM 12 terus menerus.

Pada ATMEGA8535 ada 2 cara membangkitkan PWM, yang pertama PWM dapat dibangkitkan dari port input/outputnya yang difungsikan sebagai output. Yang kedua adalah dengan memanfaatkan fasilitas PWM dari fungsi timer/counter yang telah disediakan. Dengan adanya fasilitas ini proses pengaturan waktu high/low sinyal digital tidak akan mengganggu urutan program lain yang

sedang dieksekusi oleh processor. Selain itu, dengan menggunakan fasilitas ini kita tinggal memasukkan berapa porsi periode waktu on dan off gelombang PWM pada sebuah register. OCR1A, OCR1B dan OCR2 adalah register tempat mengatur duty cycle PWM.

3. METODE PENELITIAN

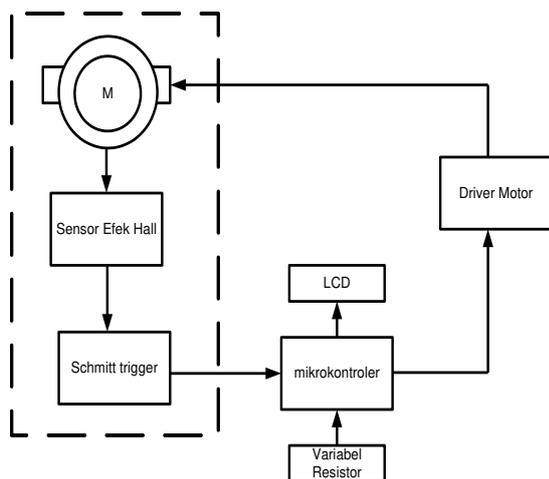
Penelitian yang dimaksud adalah proses perancangan alat dan pengujian hasil dari alat tersebut. Dari metoda ini didapatkan fungsi dari rangkaian yang sudah dibuat. Fungsi-fungsi tersebut akan menjelaskan tujuan dan cara kerja dari perancangan alat ini.

Peralatan dan Bahan

Pada perancangan sistem ini menggunakan motor dc, sensor hall, rangkaian schmitt trigger, Mikrokontroler ATmega 8535, LCD, potensiometer, dan driver motor.

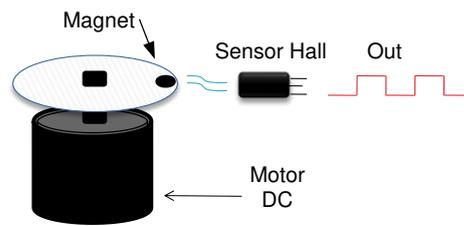
Perancangan

Alat pengontrol kecepatan putaran motor yang dirancang pada penelitian ini berfungsi untuk mempertahankan kecepatan putaran motor (rpm) sesuai dengan nilai rpm yang di input, walaupun motor mendapat beban yang berubah.



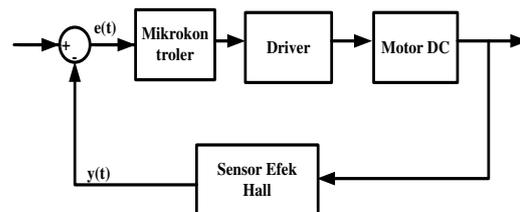
Gambar 4. Diagram Blok Rangkaian Sistem

Pada gambar 4, blok sensor merupakan bagian input analog pada alat pemantau suhu ini. Sensor ini nantinya akan mendeteksi medan magnet yang melewatinya.



Gambar 5. Prinsip Pendeteksi Sensor Hall

Namun karena hasil deteksi sensor efek hall masih ada pengaruh noise, maka diperlukan rangkaian schmitt trigger sebagai pengkondisi sinyal. Rangkaian ini diperlukan agar masukan yang akan diterima oleh mikrokontroler bebas dari pengaruh noise sehingga pulsa dapat diolah dengan baik. Variabel resistor berfungsi untuk memberikan nilai awal sehingga diproses mikrokontroler sebagai kecepatan motor. Maka mikroprosesor akan membandingkan nilai input dari sensor hall terhadap nilai input dari variabel resistor.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem Kontrol

Dari blok diagram diatas terlihat bahwa sistem kontrol motor [5] bekerja dengan mengumpukan balikan kecepatan yang terbaca oleh sensor dan membandingkan dengan set point motor yang diinginkan. Berdasarkan error antara kecepatan yang di baca oleh sensor dengan set point melalui mikrokontroler akan melakukan perbandingan untuk meminimalisir nilai error sehingga mencapai nilai set point.

Cara Kerja Alat

Variabel resistor digunakan untuk men-set nilai awal (*set-point*) untuk kecepatan yang diinginkan. Lalu mikrokontroler akan memberikan lebar pulsa untuk menggerakkan motor sesuai kecepatan yang di-set tadi. Ketika motor berputar maka sensor akan mendeteksi medan magnet, sehingga akan

didapatkan keluaran berupa frekuensi pulsa. Namun karena pulsa masih terdapat pengaruh noise, maka digunakan schmitt trigger yang berfungsi sebagai pengkondisi sinyal. Pulsa ini lalu diolah mikrokontroler. Hasil pengolahan dari mikrokontroler akan langsung dibandingkan terhadap set-point, artinya kecepatan motor DC hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan kecepatan yang di-set.

Apabila kecepatan yang diukur dengan set-point tidak sama, maka mikrokontroler akan menambah atau mengurangi lebar pulsa (PWM). Dalam hal ini, apabila kecepatan motor yang diukur lebih kecil dari set-point maka PWM akan menambah lebar pulsa, sehingga motor akan berputar lebih kencang, dan apabila kecepatan motor yang diukur lebih besar dari set-point maka mikrokontroler akan mengurangi lebar pulsa sehingga motor diperlambat. Kejadian ini berlangsung secara terus menerus sampai kecepatan putaran motor DC sama dengan set-point yang diinginkan.

Kemudian jika kita memberikan beban pada motor DC, maka kecepatan putaran motor dc akan berkurang, sehingga rpm pengukuran akan berbeda dengan set-point. Maka mikrokontroler akan menambah lebar pulsa (PWM). Disetiap penambahan lebar pulsa, diwaktu yang sama mikrokontroler akan membandingkan set-point dengan rpm hasil pengukuran. Keadaan ini akan terus dilakukan sampai set-point sama dengan rpm hasil pengukuran. Kemudian jika beban di lepas dari mikrokontroler, maka kecepatan putaran motor akan bertambah, sehingga rpm pengukuran oleh sensor akan naik. Maka mikrokontroler akan mengurangi lebar pulsa (PWM). Mikrokontroler akan terus membandingkan set-point dengan rpm hasil pengukuran oleh sensor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses perancangan alat telah selesai digunakan, maka dilakukan pengujian alat dan pengumpulan data berupa pengukuran kecepatan putaran motor (RPM). Data yang dikumpulkan adalah data yang ditampilkan oleh LCD dan data dari pengukuran multimeter.

Dalam penelitian ini ketika piringan bergerak 1 putaran penuh, akan menghasilkan 100 pulsa. Jadi kecepatan putaran motor dalam satuan rps adalah :

$$\text{Kecepatan motor (rps)} =$$

$$\text{Jumlah frekuensi} / \text{jumlah pulsa 1 putaran}$$

$$\text{Kecepatan motor (rps)} =$$

$$\text{Jumlah frekuensi} / 100$$

$$1 \text{ rps} = 60 \text{ rpm, maka :}$$

$$\text{Kecepatan motor (rpm)} =$$

$$60 \times \text{frekuensi pulsa} / 100$$

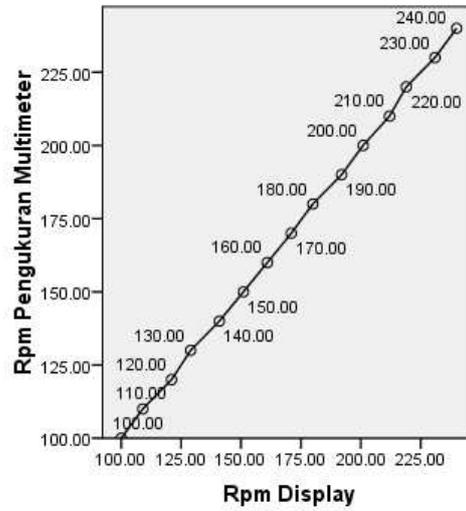
Jumlah frekuensi pulsa tersebut didapat dari pengukuran keluaran sensor oleh multimeter digital.

Tabel 1. Pengukuran kecepatan putaran tanpa beban

Rpm pengukuran	Rpm display	%kesalahan
100	101	1,00%
110	111	0,90%
120	122	1,60%
130	129	0,76%
140	142	1,42%
150	152	1,33%
160	160	0,00%
170	170	0,00%
180	181	0,56%
190	191	0,52%
200	202	1,00%
210	213	1,42%
220	219	0,45%
230	232	0,85%
240	241	0,42%

Tabel 2. Pengukuran kecepatan putaran dengan beban

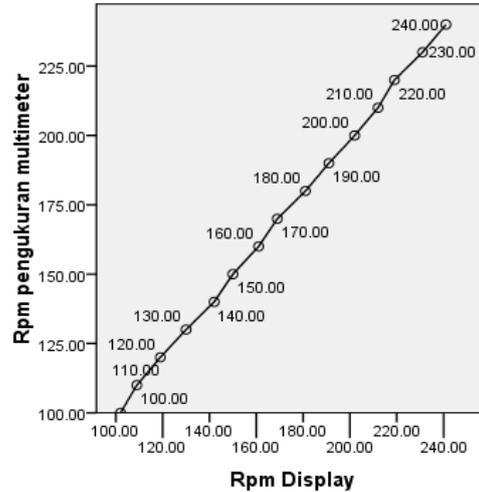
Rpm pengukuran	Rpm display	%kesalahan
100	102	2,00%
110	109	0,90%
120	119	0,83%
130	130	0,00%
140	142	1,42%
150	150	0,00%
160	161	0,62%
170	169	0,58%
180	181	0,56%
190	191	0,52%
200	202	1,00%
210	212	0,95%
220	219	0,45%
230	231	0,43%
240	241	0,41%



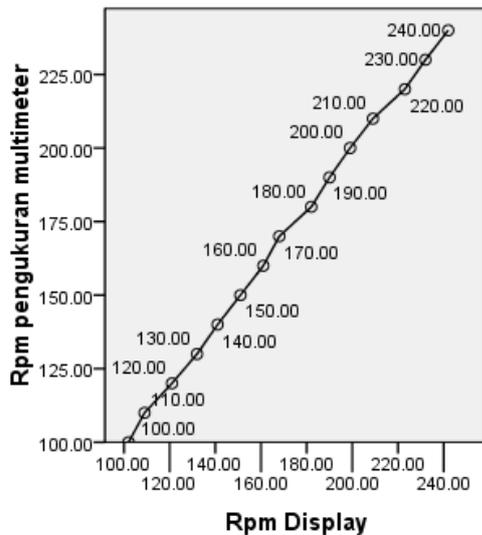
Grafik 1. Pengukuran kecepatan putaran tanpa beban

Tabel 3. Pengukuran kecepatan putaran setelah beban dilepas

Rpm Pengukuran	Rpm display	%kesalahan
100	102	2,00%
110	109	0,90%
120	121	0,83%
130	132	0,00%
140	141	1,53%
150	151	0,66%
160	161	0,63%
170	168	1,17%
180	182	1,11%
190	190	0,00%
200	199	0,50%
210	209	0,47%
220	223	1,37%
230	232	0,87%
240	242	0,83%



Grafik 2. Pengukuran kecepatan putaran motor dengan beban



Grafik 3. Pengukuran kecepatan putaran motor setelah beban dilepas

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dan memperhatikan cara kerja alat, maka dapat diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut :

Kesimpulan

1. Pengendali kecepatan motor DC telah berhasil dirancang dengan kecepatannya dikontrol dengan teknik PWM.
2. Terdapat selisih antara nilai set-point, rpm display dan rpm pengukuran yang diakibatkan oleh tegangan jala-jalan PLN yang tidak stabil dan rangkaian yang kurang presisi.

Saran

1. Diharapkan agar alat ini dapat dikembangkan dengan hasil putaran motor yang lebih stabil.
2. Diharapkan kepada peneliti berikutnya agar menentukan massa beban untuk memperoleh data dalam pengujian putaran motor. .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bejo, Agus. **C&AVR ”Rahasia Kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler ATmega8535”**. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2007.
- [2] Budiharto, Widodo. **Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas**. Elex Media Komputindo, Bekasi. 2006.
- [3] Hartono, Puji. **Analisis Pengendali Motor DC Menggunakan Metoda Logika Fuzzy Dengan Pencatudayaan PWM**. ITB, Bandung. 2008.
- [4] Heryanto, Ari M. & Wisnu Adi. **Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler ATmega8535**. Penerbit Andi, Yogyakarta. 2008.
- [5] Krista Tarigan. **Sistem Kontrol “Teori, contoh dan Analisis”**. Universitas Sumatera Utara, Medan. 2009.
- [6] Malvino, A.P. **Prinsip-prinsip Elektronika** (terjemahan Hanapi Guanawan). Erlangga, Jakarta.1996.
- [7] Wardana, Lingga. **Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535, Simulasi Hardware Dan Aplikasi**. Penerbit Andi, Yogyakarta . 2006.
- [8] URL : <http://elektronika-dasar.com/teori-elektronika/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>
- [9] URL : <http://elektronika-dasar.com/komponen/sensor-transducer/definisi-dan-fungsi-sensor-efek-hall/>