

Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino dengan Metode *Open Loop*

Dio Pramanda^{1*}, Aswardi²¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang* e-mail: dioprmd@gmail.com

Abstrak

Motor *DC* yaitu salah satu jenis motor yang banyak masih digunakan saat sampai sekarang ini. Motor *DC* ini sendiri sangat membantu didalam dunia perindustrian. Pada motor *DC* ini sendiri dibutuhkan sistem untuk mengoperasikannya, yaitu tujuannya mengatur kecepatan Motor *DC* dengan mengendalikan nilai *PWM* (*Pulse Width Modulation*) pada saat pengoperasiannya. Perancangan alat ini menggunakan *software* dan *hardware*. Adapun komponen *Hardware* diantaranya rangkaian, catu daya, *Arduino*, sensor kecepatan, sensor tegangan, sensor arus, *gatedrive*, motor *DC* dan *Software Arduino IDE*. Tahap pengujian yang dilakukan yaitu mengukur output tiap komponen. Jika sudah sesuai persyaratan maka siap dioperasikan. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat yaitu melakukan setpoint tegangan *PWM* (*Pulse Width Modulation*) sebesar 239 yang dimana tegangan input nya bervariasi dari 50V, 100V, 150V dan 200V yang menggunakan beban yang mengukur kecepatan terukur dengan referensi, dapat disimpulkan bahwa telah berhasil melakukan pengujian kecepatan motor *DC*.

Kata Kunci : Motor *DC*, *Arduino Uno*, *Gatedrive*, *PWM*

Abstract

DC motor is one type of motor that is still widely used today. This DC motor itself is very helpful in the industrial world. The DC motor itself requires a system to operate it, namely the purpose of regulating the speed of a DC motor by controlling the PWM (Pulse Width Modulation) value at the time of operation. The design of this tool uses software and hardware. As for the Hardware components including circuits, power supplies, Arduino, speed sensors, voltage sensors, current sensors, gatedrive, DC motors and Arduino IDE Software. The testing phase is to measure the output of each component. If it is appropriate the requirements are ready to operate. From the results of the tests carried out that can be done setpoint PWM (Pulse Width Modulation) voltage of 239 where the input voltage varies from 50V, 100V, 150V and 200V which uses a load that measures the measured speed by reference, it can be concluded that the speed test was successful DC motor.

Keywords: Motor *DC*, *Arduino Uno*, *Gatedrive*, *PWM*

PENDAHULUAN

Motor *DC* sangat banyak digunakan, ada berbagai macam motor *DC* banyak digunakan terutama untuk dunia perindustrian. Motor *DC* dimana akan dibutuhkan variasi kecepatan motor yang lebar. Dalam industri pengendalian motor *DC* sangat penting. Sistem pengontrolan kecepatan motor *DC* sekarang ini banyak dilakukan. Karena dalam pemakaian motor *DC* sangat dibutuhkan diatur kecepatannya. Motor *DC* itu sendiri memiliki beberapa metode untuk mengatur kecepatannya. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam hal mengendalikan motor *DC* itu sendiri. Dari metode *Fuzzy logic*, *PID* dan *PWM*[1]. Dalam pengoperasian motor *DC* tersebut terdapat acuan yang meliputi kecepatan motor, tegangan keluaran motor dan arus keluaran motor. Beberapa acuan tersebut memiliki nilai yang sangat penting dalam proses pengontrolan motor *DC* tersebut. Dengan mengukur nilai tersebut pengguna bisa mengetahui apa yang dibutuhkan dalam penggunaan motor *DC* tersebut[2].

Dengan seiringnya perkembangan zaman dan kemajuan teknologi, proses mengukur atau mengetahui jadi lebih gampang, misalkan pengguna melihat langsung motor *DC* tersebut dengan menggunakan alat ukur terlebih dahulu, Sekarang pengguna bisa lebih gampang

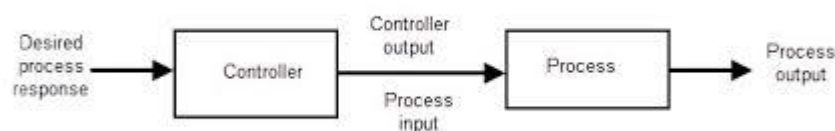
mengetahuinya dengan cara membuat sebuah program dengan menggunakan *Arduino IDE* yang hasilnya akan keluar dalam satu lcd untuk melihat proses pengukuran motor *DC* tersebut[3].

METODE

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini digunakan beberapa rujukan pada proses pembuatan alat agar dapat berfungsi untuk memonitoring proses pengukuran motor *DC*.

A. *Open Loop*

Dalam metode *openloop* ini sederhananya motor listrik bekerja dengan prinsip dua buah medan magnet yang menghasilkan gerakan. Tujuannya adalah untuk supaya dapat menghasilkan sebuah gaya yang menggerakkan torsi. Motor dipasang untuk mengerjakan sesuatu pekerjaan tertentu yang memerlukan kecepatan dan arah putar yang tepat, sehingga kecepatan dan arah putar motor bisa diatur sedemikian rupa sesuai dengan tujuan penggunaan motor itu tersebut.



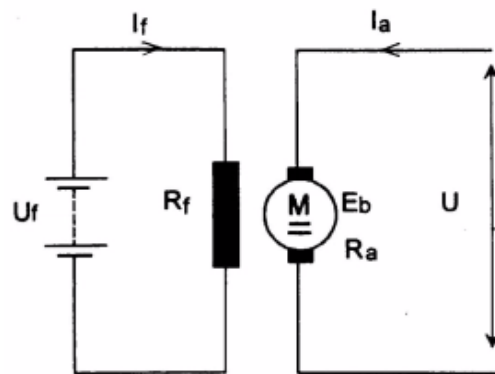
Gambar 1. Proses *Openloop*
(Sumber: irma husnaini,2014)

Seperti yang diketahui sistem *openloop* adalah sistem yang keluarannya tidak mempengaruhi terhadap kontrol. Artinya, sistem *openloop* keluarannya tidak dapat digunakan sebagai umpan balik terhadap masukan [4].

B. Motor *DC*

Motor listrik yaitu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi karena interaksi medan magnet dan konduktor, pembawa arus untuk menghasilkan putaran motor. Motor *DC* sendiri memiliki komponen penyusun seperti *rotor* dan *stator*, *rotor*. *Rotor* terdiri dari as, inti, kumparan jangkar dan komutator. Motor *DC* yang dipakai untuk pembuatan tugas akhir ini adalah jenis motor *DC* penguatan terpisah. Jenis motor *DC* penguatan terpisah mempunyai kumparan medan yang disuplai oleh sumber lain yang bebas. Motor *DC* penguatan terpisah, kinerja dari motor ini yaitu menambah kemampuan daya dan kecepatan karena memiliki *fluks* medan yang dihasilkan oleh kumparan medan, yang terletak secara terpisah dan mempunyai sumber.

Setelah melihat bahwa kecepatan tanpa beban motor berbanding lurus Untuk tegangan jangkar, kita perlu mengeksplorasi bagaimana kecepatannya akan bervariasi ketika kita mengubah beban pada poros. Untuk menghitung adalah menentukan torsi yang diperlukan menggerakkan beban pada kecepatan tertentu [5].



Gambar 2. Rangkaian Simbolik Motor DC Penguat terpisah

(Sumber : Yakob Liklikwatil,2014)

Bentuk umum persamaan tegangan pada motor arus searah ini adalah :

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a \dots\dots\dots (1)$$

$$E_a = C \cdot n \cdot \phi \dots\dots\dots (2)$$

$$V_f = I_f \cdot R_f = V_t \dots\dots\dots (3)$$

Torsi elektromagnetik jangkar motor adalah :

$$T_a = C \cdot I_a \cdot \phi \dots\dots\dots (4)$$

Torsi poros motor adalah pembagian dari daya masukan dengan putaran dalam radian perdetik.

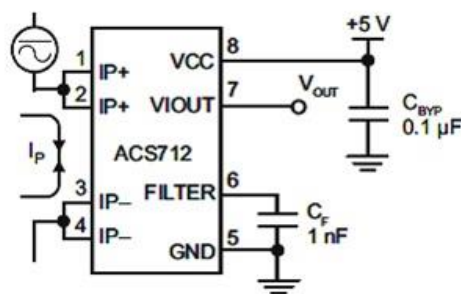
$$T_m = \frac{P}{2\pi} \dots\dots\dots (5)$$

Rumus kecepatan motor adalah:

$$N = \frac{V_{TM} - I_A R_A}{K \phi} \dots\dots\dots (6)$$

C. Sensor Arus

Penggunaan sensor arus ini memiliki kekurangan yakni nilai arus yang didapatkan tidak linear sehingga membutuhkan linear yang lebih tinggi. ACS712 ini memiliki arus maksimal 5A,20A,30A dan menggunakan VCC 5V. Sensor ACS712 merupakan sensor pendeteksi arus yang paling sering digunakan untuk mengerjakan project yang diinginkan dan berhubungan dengan pembacaan arus. [6].

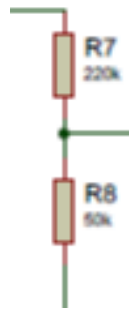


Gambar 3. Sensor Arus

(Abubakar, 2017 : 1077)

D. Sensor Tegangan

Diperlukan rangkaian sensor tegangan yang berfungsi untuk membaca tegangan keluaran dari motor pada sistem monitoring motor yang dibuat,, yaitu menggunakan 2 buah resistor yaitu menggunakan resistor 200K dan 50K.

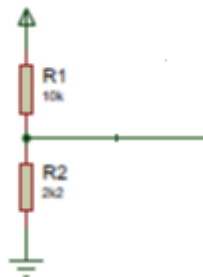


Gambar 4. Sensor Tegangan

E. Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan ini adalah digunakan untuk menampilkan jumlah putaran motor listrik per menit. Program utama terletak pada IC mikrokontroler yang menggunakan program untuk perhitungan putaran motor listrik. Hal tersebut dapat dilakukan dengan meletakkan sensor ke antara piringan yang dibuat di sumbu motor yang sedang berputar. Kemudian data yang dihasilkan oleh sensor diteruskan ke Arduino Uno melalui pin ADC. Setelah data diterima oleh Arduino uno Maka diproses lebih lanjut untuk mendapatkan nilai putaran motor listrik yang ditampilkan oleh Tabel dengan satuan RPM atau jumlah putaran per menit.

Vin-Tacho Generator



Gambar 5 . Sensor Kecepatan

F. PWM (Pulse Width Modulation)

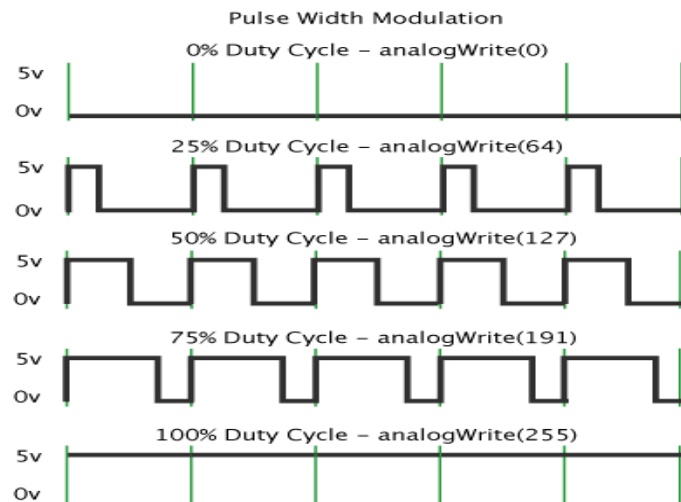
PWM adalah suatu metode untuk mendapatkan output tegangan bervariasi pada mikrokontroler. PWM dibentuk dengan membuat output gelombang kotak pada frekuensi tinggi. Tegangan output dapat diatur dengan merubah lebar pulsa *high* (duty cycle).

Perioda = $T_{on} + T_{off}$ (7)

Frekuensi = $1/\text{periode}$ (8)

Duty Cycle = $\frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}}$ (9)

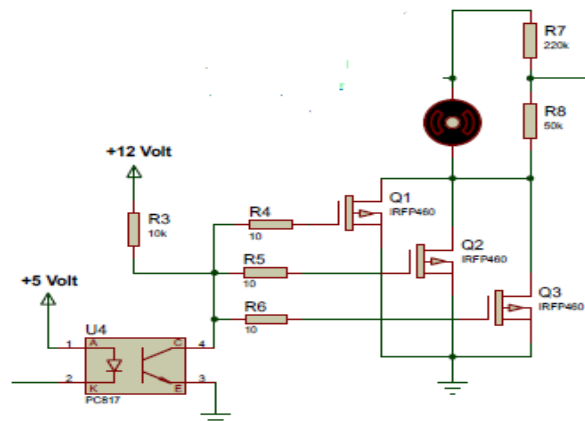
Berikut adalah tampilan gelombang PWM pada gambar 6.



Gambar 6. Duty Cycle

G. Gatedrive

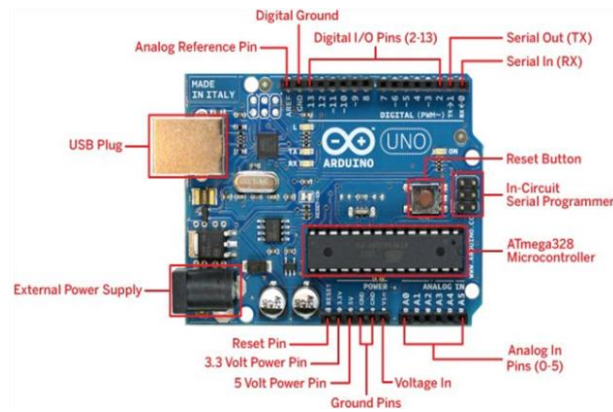
Gatedrive adalah rangkaian untuk meneruskan sinyal kontrol dari keluaran mikrokontroler. *Gaterdrive* digunakan untuk mengontrol atau sebagai switching putaran motor dengan menggunakan 3 buah transistor untuk switching dari putaran motor tersebut. Transistor yang digunakan yaitu irfp460n dan menggunakan *octocoupler* pc817 Rangkaian ini juga berfungsi sebagai isolasi rangkaian kontrol dan rangkaian daya.



Gambar 7. Rangkaian Gatedrive

H. Arduino Uno

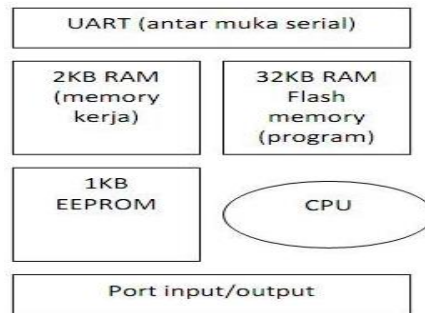
Arduino Uno merupakan Atmega328p. Mikrokontroler ini mempunyai pin analog dan digital, yaitu 6 pin analog dan 14 pin digital yang dapat diprogram dengan aplikasi Arduino IDE yang disambung melalui kabel USB. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan input dan output digital analog yang dapat dihubungkan ke sirkuit lainnya [7].



Gambar 8. Arduino Uno

(Abdul, 2012 : 15)

Setiap pin digital dapat digunakan sebagai input dan output beroperasi pada tegangan 5V serta mempunyai flash memori 32 KB digunakan untuk *bootloader*, 2 KB dengan 0.5 KB digunakan *bootloader*, 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM, berikut blok memori arduino uno:



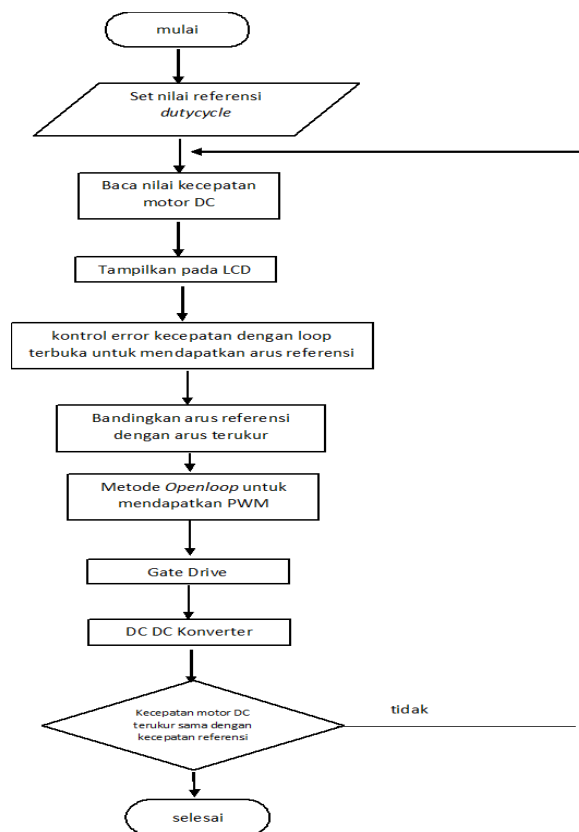
Gambar 9. Diagram Blok Memori Arduino Uno

(Abdul, 2012 : 16)

Motor *DC* dapat dikendalikan oleh mikrokontroler. Fungsi *PWM* yang terdapat pada *arduino* digunakan untuk menentukan kecepatan motor. Tegangan keluaran *arduino* oleh motor driver untuk menjadi besaran tegangan untuk mengatur kecepatan motor *DC* [8].

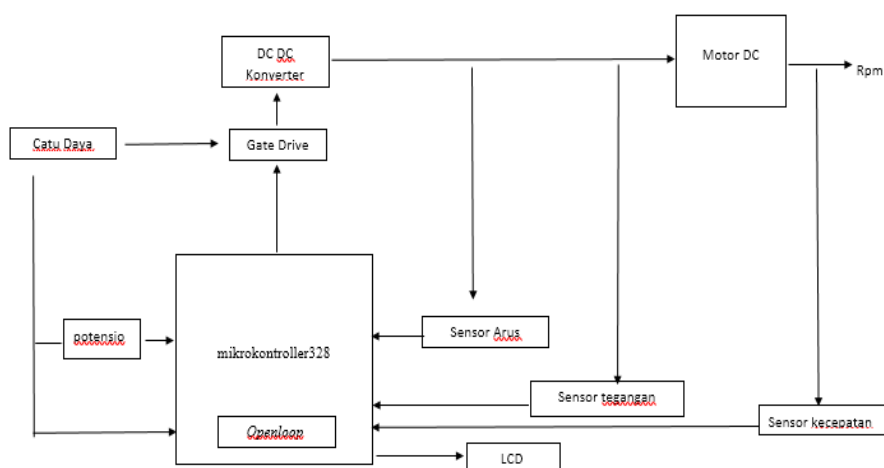
I. Flowchart dan Diagram blok

Flowchart merupakan diagram alir yang mengilustrasikan alur atau proses kerja dari suatu sistem, flowchart berguna supaya dapat memahami alur pada alat pada gambar 10 dapat dijelaskan proses sistem.



Gambar 10. Flowchart kerja Sistem

Pada gambar 10 menjelaskan diagram kerja alat secara keseluruhan Alat ini akan bekerja dengan sumber tegangan 220VDC yaitu dengan masukan setpoin *dutycycle* sehingga motor berputar, dengan membaca nilai kecepatan motor yang ditampilkan di lcd , arus bandingkan referensi dengan yang terukur sehingga mendapatkan kecepatan terukur sama dengan kecepatan referensi.



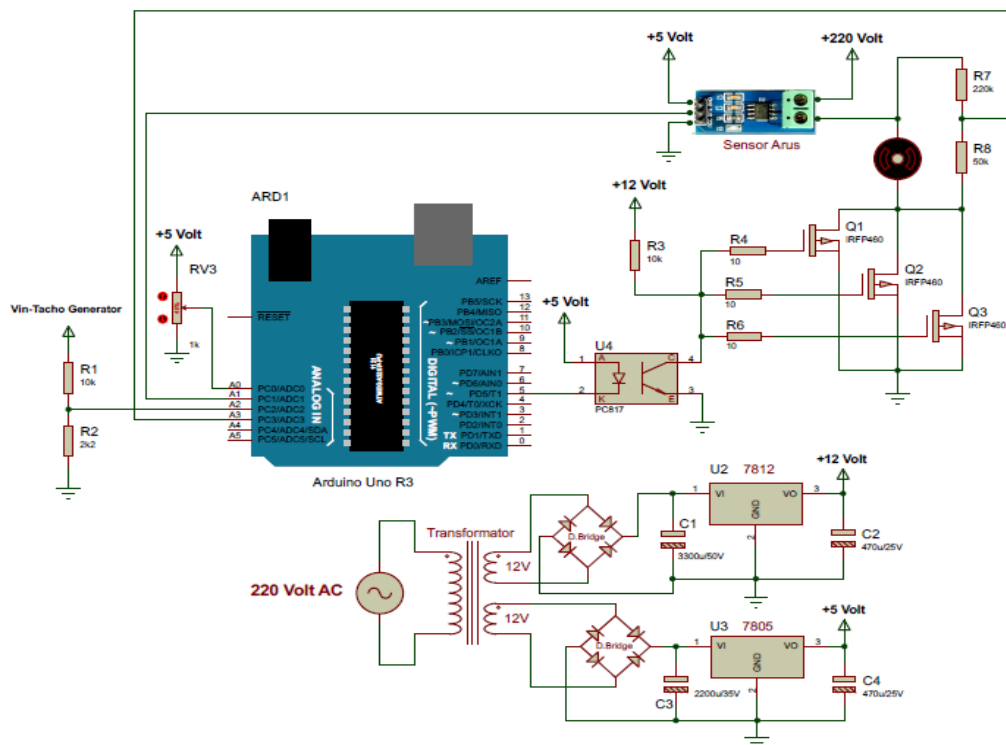
Gambar 11. Diagram KerjaAlat secara keseluruhan

Pada gambar 11 Perancangan sistem dalam Tugas Akhir ini merupakan proses perencanaan sebelum melakukan pembuatan alat yang mampu mengontrol motor DC dengan metode *open loop* , dimana motor DC dikontrol dengan *open loop* dengan kontroler Arduino Uno. blok diagram ini menjelaskan cara sistem kerja alat yang bagaimana setpoint dari potensio yang diolah oleh arduino uno dan di switching oleh *gatedrive* dan masuk ke input motor dan dibaca oleh sensor arus, sensor tegangan dan sensor kecepatan yang diolah oleh *arduino* uno dan ditampilkan di lcd.

METODE PENELITIAN

A. Rangkaian keseluruhan

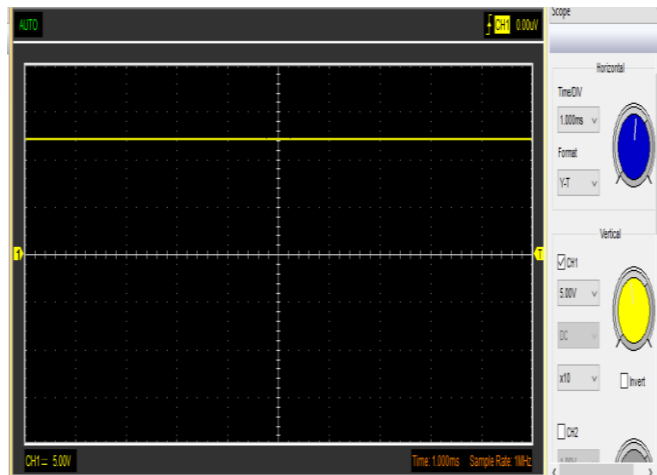
Rangkaian keseluruhan merupakan salah satu bagian terpenting dalam sebuah perancangan komponen elektronik, dengan adanya diagram blok dapat memberikan kemudahan dalam mengetahui prinsip kerja sebuah alat secara keseluruhan dan juga memberikan kemudahan dalam mengetahui sebuah kesalahan pada alat dengan melakukan pengecekan pada rangkaian.



Gambar 12. Rangkaian Alat Keseluruhan

B. Pengujian Catu Daya 12 VDC

Pengujiannya dapat dilakukan untuk dapat mengetahui apakah rangkaian dapat bekerja dengan baik. Supaya dapat mensuplai *arduino*, *gatedrive* dan lcd. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter. Pengujian dapat dilakukan pada komponen utama yaitu *transformer* dan terminal tegangan *output* regulator.



Gambar 13. Pengujian CatuDaya 12 VDC

C. Hasil pengujian dan analisa perangkat

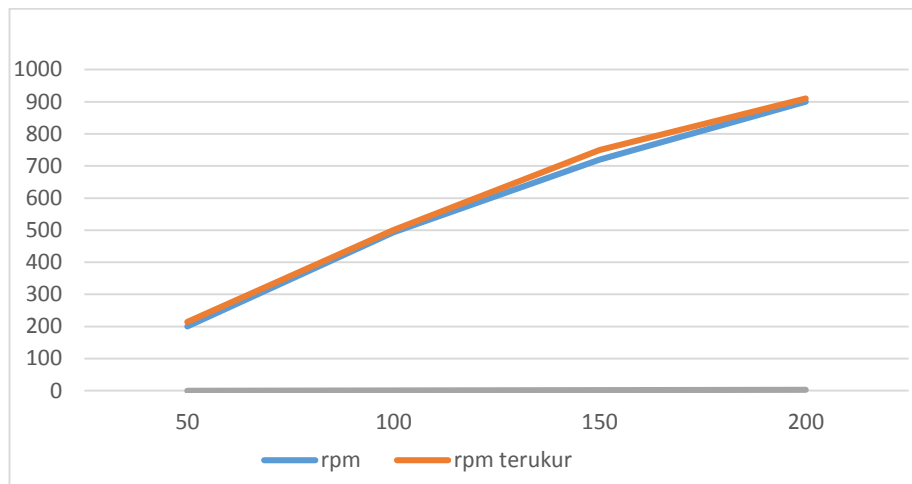
Pengujian alat ini dilakukan untuk membandingkan referensi dengan yang terukur pada kecepatan motor *DC* tersebut.

Tabel 1. Pengujian Sensor kecepatan

| Vin | Sensor Kecepatan | Alat ukur Kecepatan | Selisih | Error(%) |
|------------|-------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|
| 50 | 200 | 214 | 14 | 1.20% |
| 100 | 493 | 500 | 7 | 0.49% |
| 150 | 720 | 750 | 30 | 3.06% |
| 200 | 900 | 910 | 10 | 1.09% |



Gambar 14. Tampilan Alat



Gambar 15 .Kurva Pengujian RPM

Dari hasil pengujian yang didapat motor DC menggunakan beban, beban menggunakan 5 buah lampu 100 watt.

Pengujian berbeban Setpoint = 90% *dutycycle*
 Beban menggunakan lampu 5 buah lampu 100 Watt

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor DC Berbeban

| Vin | If | Vout | Imotor | Ibeban | Pwm | Rpm | Rpm terukur | Torsi | Vgenerator |
|-----|-----|------|--------|--------|-----|-----|-------------|-------|------------|
| 50 | 0.8 | 49 | 0.8 | 0.1 | 239 | 200 | 214 | 0.1 | 30 |
| 100 | 0.8 | 90 | 1.4 | 0.4 | 239 | 493 | 500 | 1 | 70 |
| 150 | 0.8 | 140 | 2.2 | 1.5 | 239 | 720 | 750 | 2 | 110 |
| 200 | 0.8 | 190 | 3.1 | 2.4 | 239 | 900 | 910 | 3 | 150 |

- [6] Abubakar, S.N Khalid. (2017). *Calibration Of ZMPT101B Voltage Sensor Module Using Polinomial Regression For Accurate Load Monitoring*. Johor Bahru. Faculty of Electrical Engineering Universiti Teknologi Malaysia.
- [7] Andrianto, Heri. (2013). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Rev.ed. Bandung : Informatika Bandung.
- [8] Sri Zholehaw, A. B. Pulungan, dan Hamdani. 2019. *Sistem Monitoring Realtime Gas Co Pada Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler*, Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional. Universitas Negeri Padang. Vol. 1, No. 8. pp. 17-21.

Biodata Penulis

Dio Pramanda, lahir di Padang, 28 April 1995. Sedang menempuh jenjang sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Industri di jurusan Teknik Elektro FT UNP.^[1]

Aswardi, dilahirkan di Kubang Putih, 21 Februari 1959. Menyelesaikan studi S1 di Jurusan Pendidikan Kejuruan IKIP Padang tahun 1983. Pendidikan S2 Jurusan Teknik Elektro di Institut Teknologi Bandung(ITB) tahun 1999. Sekarang menjadi staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.^[2]