



ANALISA VARIASI BEBAN DENGAN KECEPATAN TETAP TERHADAP RANCANG BANGUN TRAVELATOR MOTOR DC

Aripin Triyanto¹, Nurkahfi Irwansyah², Ariyawan Sunardi³, Harry Agustrianto⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang
^{1,2,3,4} Jln. Puspiptek Raya No. 46 Buaran, Setu-Tangerang Selatan., Banten, 15310, Indonesia

¹ dosen01315@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 18-06-2020
 revisi : 16-08-2020
 diterima : 30-08-2020
 dipublish : 31-08-2020

ABSTRAK

Teknologi saat ini berkembang pesat khususnya dalam bidang kontrol. Banyak sistem kontrol berpindah haluan dari rangkaian kontrol yang dirangkai secara AC ke rangkaian kontrol secara DC. Dalam penelitian ini dirancang dan disimulasikan *travelator* yang menggunakan sistem penggerak motor DC. Rancang bangun ini menggunakan sistem kontrol arduino dan metode PWM. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan sebuah ide baru yang lebih efisien dibandingkan *travelator* sistem penggerak motor AC yang sudah banyak dipakai untuk fasilitas umum. Dari hasil penelitian diketahui bahwa dengan beban maksimal 3,300 kg dan panjang 20 cm, keadaan *forward* pada PWM 200 bernilai 40,7 rpm dengan torsi 7,5 sedangkan keadaan *reversenya* 40,6 rpm dengan torsi 7,52, keadaan *forward* pada PWM 227 bernilai 51 rpm dengan torsi 6 sedangkan keadaan *reversenya* 50,6 rpm dengan torsi 6,03, keadaan *forward* pada PWM 255 bernilai 61,8 rpm dengan torsi 4,94 sedangkan keadaan *reversenya* 62 rpm dengan torsi 4,92.

Kata kunci : Arduino UNO R3; kendali kecepatan; motor DC; PWM

ABSTRACT

Analysis Load Variation with Fixed Speed on The DC Motor Travelator Design. Nowadays technology is develop rapidly, especially in the field of control. A lot of control systems to shift direction from a control using AC circuit to control using DC circuit. In this study, a *travelator* using a DC motor has been designed and simulated. This design use the Arduino control system and PWM method. The purpose of this research is to provide a new idea that is more efficient than the *travelator* using AC motor which has been widely used for public facilities. From the results of the research known that with a maximum load of 3.3 kg and a length of 20 cm, the *forward* state at PWM 200 results speed 40.7 rpm and torque 7.5 while the *reverse* state results speed 40.6 rpm and torque 7.52, the *forward* state at PWM 227 results speed 51 rpm and torque 6 while the *reverse* state results speed 50.6 rpm and torque 6.03, the *forward* state at PWM 255 results speed 61.8 rpm and torque 4.94 while the *reverse* state results speed 62 rpm and torque 4.92.

Keywords: Arduino UNO R3; speed control; DC motor; PWM

PENDAHULUAN

Teknologi yang ada pada saat ini sangat berkembang pesat, khususnya dalam bidang kontrol. Hal ini menyebabkan banyak sistem kontrol berpindah haluan, beberapa rangkaian yang ditemukan dilapangan berupa suatu rangkaian kontrol dibantu dengan peralatan kontrol yang dirangkai secara listrik. Pada era modern saat ini sudah banyak peralatan kontrol menggunakan sistem pemrograman baru atau sering disebut dengan nama Mikrokontroler dengan memanfaatkan sumber listrik searah (*DC Power*) sehingga hanya membutuhkan daya listrik yang sangat kecil.

Untuk meningkatkan kualitas pada sarana umum dan otomatisasi maka diperlukan inovasi untuk membuat suatu fasilitas umum yang canggih, sederhana dan praktis. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara membuat *travelator* yang sangat praktis dan bermanfaat.

Dengan pertimbangan pemanfaatan dari *travellator* di atas maka dapat dilakukan pembuatan *travelator* yang menggunakan kabel tanah (Tufur) dengan jumlah sedikit untuk pengambilan sumber listrik AC. Selain itu dapat dikembangkan menggunakan solar cell dengan menggunakan sumber listrik DC sehingga menjadi lebih efektif dan sederhana cara pembuatannya terutama pada sarana umum. *Travelator* sendiri adalah sebuah alat bantu untuk masyarakat, guna memanjakan pengguna beralih dari suatu titik tempat ke titik yang lain, menaiki lantai-lantai yang bertingkat khususnya yang sedang membawa barang dengan keranjang barang.

Hal tersebut di atas yang melatar belakangi untuk merancang sebuah fasilitas

umum yang lebih *simple* cara pembuatannya, mengembangkan fasilitas umum yang ada dan membuktikan atau menganalisa pengaruh variasi beban terhadap kecepatan pada motor DC *travelator* tersebut. Pengendalian Kecepatan Motor DC (Sumardi et al, 2004).

TEORI

Arduino UNO R3

Hardware Arduino UNO R3 adalah PCB board mikrokontroler yang dibuat dari perusahaan *smart projects*. Ada beberapa pendukung batasan dari tegangan dan kode sesuai *datasheet* rangkaian tersebut (Kadir, 2015).



Gambar 1. Arduino Uno R3 (Kadir, 2015)

Selain dari gambar fisik dari Arduino, mengenai spesifikasinya sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Arduino ATmega328P (Martadinata, 2016)

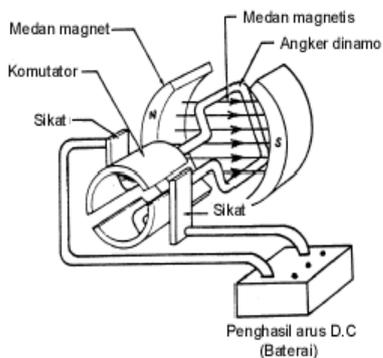
Komponen	Ukuran
Chip mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan	5V
<i>Analog Input</i>	6 point
Arus DC per pin I/O	20A
<i>Clock speed</i>	16 MHz
<i>Analog Input pin</i>	6 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25

Motor DC

Dilihat dari spesifikasi motor DC, sumber listrik yang dibutuhkan adalah sumber listrik searah sesuai dengan spesifikasi dan penggunaan tegangan pada motor tersebut. Motor DC dapat digunakan sebagai penggerak pada suatu unit rangkaian seperti kompresor dan penggerak pada mesin listrik yang didalamnya terdapat penggerak.

Beberapa komponen pada motor DC antara lain, rotor adalah bagian motor yang berputar, stator adalah bagian motor yang tidak berputar dan dihubungkan dengan medan magnet sehingga menghasilkan putaran yang didapatkan dari sumber listrik.

Bagian penggerak pada motor DC dinamakan komutator, sebelum aliran listrik masuk kedalam terminal stator dan dipengaruhi oleh medan magnet sehingga menimbulkan GGL (Gaya Gerak Listrik) sampai menghasilkan gerakan pada *output* unit pada motor DC. (Sumardi et al, 2004).



Gambar 2. Kontruksi Motor DC (Ibrahim, 2014)

Torsi atau momen gaya didefinisikan sebagai ukuran kuantitas dari kecenderungan sebuah gaya yang menyebabkan gerak rotasi dari suatu benda. Merupakan perkalian gaya yang diperoleh terhadap lengan torsi. Jarak tegak lurus

garis sepanjang gaya bekerja dan sumbu rotasi disebut lengan torsi (Sumardi et al, 2004).

Secara umum torsi (*torque*) merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Dari penjelasan tersebut.^[6] maka rumusan untuk torsi dapat diturunkan menjadi :

$$P = \omega r \times \tau \quad (1)$$

$$P = 2\pi \frac{nr}{60} \times \tau \quad (2)$$

Dimana :

$$1000 \text{ Nm/detik} = 1 \text{ Watt}$$

$$\tau = \text{torsi (Nm)}$$

$$nr = \text{putaran rotor (rpm)}$$

$$P = \text{daya motor (kW)}$$

$$\omega = \text{kecepatan sudut (rad/s)}$$

Perhitungan Torsi (Nm) berdasarkan bebannya

Untuk mencari besar torsi berdasarkan beban dapat digunakan rumus

$$\tau = F \cdot d \quad (3)$$

Dimana :

$$\tau = \text{Torsi (Nm)}$$

$$F = \text{Gaya berat yang bekerja (Newton)}$$

$$d = \text{Jarak sumbu putar (meter)}$$

PWM (*Pulse Width Modulation*)

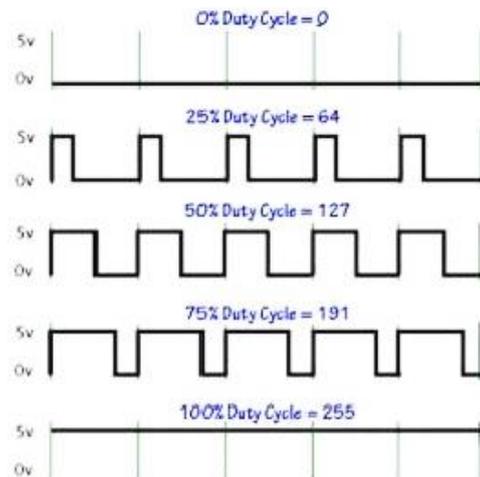
PWM adalah rangkaian yang digunakan untuk mendapatkan nilai pengukuran *analog* dengan menggunakan tampilan secara digital. *Output* dari PWM adalah sinyal yang berupa gelombang kotak *ON-OFF* disimulasikan dengan tegangan 5

Volt (*ON*) dan 0 Volt (*OFF*) yang bergantian, sesuai dengan waktu lamanya sinyal *ON* menyala maupun sinyal *OFF* mati. Waktu untuk menentukan perkiraan *output* sinyal disebut dengan *pulse width*. Agar didapatkan nilai analog yang bervariasi maka *pulse width* tersebut diubah.

Apabila hasil PWM tersebut dikeluarkan pada LED maka kita bisa melakukan kontrol untuk intensitas cahayanya. Sinyal PWM beserta *syntax*-nya dapat dilihat pada pemrograman penelitian. *syntax* yang digunakan yaitu `analogWrite()`, *range* yang digunakan mulai dari 0 – 255.

Dengan metode PWM dapat diketahui sinyal yang telah dinyatakan dengan jarak lebar dari sebuah pengukuran dalam suatu perioda. Dalam modul yang digunakan untuk pengaplikasian disesuaikan dengan batasan tegangan yang telah ditentukan dengan cara melihat *hardware* PWM guna mengetahui *output* beban terpasang. Dengan menentukan tegangan *input* dan *output*, maka dari sisi penggunaan PWM dan juga pemebebanan akan terhindar dari *trouble* dan kerusakan.

Batasan penggunaan tegangan dan beban pada rangkaian PWM tersebut dapat diamati dengan monitor berupa lampu LED. Dimana nyala lampu terang dan redup adalah indikasi dari penggunaan beban dan juga sumber listrik yang digunakan. Perubahan nyala pada lampu LED juga akan berpengaruh terhadap perubahan variasi pada pengaturan PWM yang terpasang. Jika menggunakan display monitor dapat dilihat hasil gelombang dari variasi beban dan juga variasi tegangan yang telah digunakan. Dapat kita amati perubahan *output* Pengukuran PWM seperti berikut :



Gambar 3. PWM (sanjaya, 2016)

Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan PWM

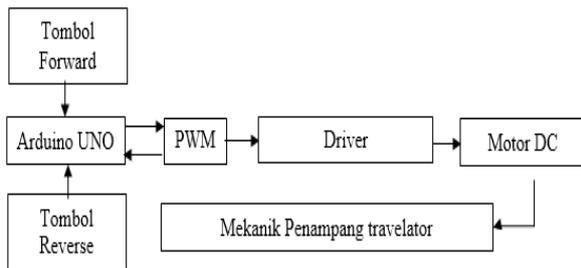
Dalam penggunaan motor DC, sering digunakan metode PWM dengan tujuan memberikan sumber listrik secara terukur dan menghasilkan pulsa sinyal secara jelas pada *output*-nya. Setiap perubahan tegangan dan sinyal dapat dilihat pada *monitor display* yang sudah disediakan. Putaran motor tersebut dapat diatur kecepatannya, sehingga menimbulkan putaran yang bervariasi tergantung pada *setting* PWM yang mempengaruhi putaran.

PWM pada *driver* motor DC dapat mengatur lebar positif dan negatif pulsa kontrol pada frekuensi kerja tetap. Semakin lebar sisi pulsa positif maka semakin tinggi kecepatan putaran motor DC dan semakin lebar sisi pulsa negatif maka semakin rendah kecepatan putaran motor DC.

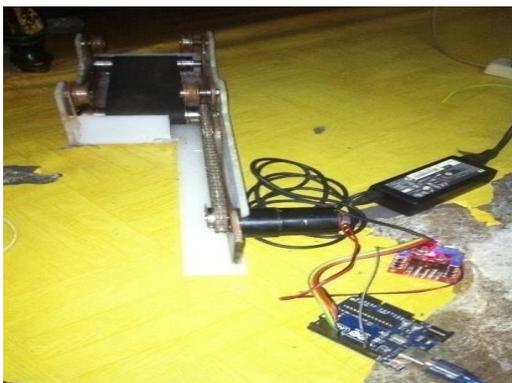
METODOLOGI

Prinsip Kerja Blok Diagram

Adapun prinsip kerja blok diagram simulasi *Travelator* menggunakan sistem penggerak motor DC dengan *hardware* Arduino Uno diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram pengendali motor DC pada simulasi *travelator*



Gambar 5. Komponen simulasi *travelator*

Perangkat keras yang digunakan untuk memprogram apa yang diinginkan pada rancang bangun yang akan di buat, dengan memasukkan perintah memutar motor DC dan mengatur kecepatan motor DC pada PWM 200, 227 dan 255 lalu keluaran atau *output* akan di masukan pada *driver motor*



Gambar 6. Arduino Uno R3

PWM: Perangkat lunak dari arduino yang berfungsi mengatur dan mengolah data arah putaran dan kecepatan bisa menggunakan set data langsung dari program ataupun dari potensio yang menghasilkan *Output* dan kemudian di lanjutkan oleh *driver motor*.

Driver motor L298N: Perangkat keras yang merupakan komponen *input*, berfungsi untuk memasukan data yang telah di olah dan di program pada arduino dan PWM kemudian diproses untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor DC.



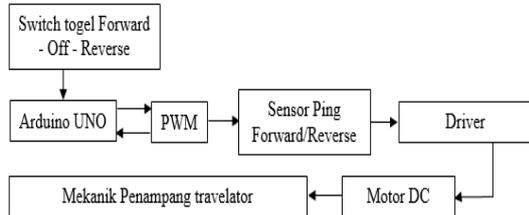
Gambar 7. *Driver motor* L298N

Motor DC: Berfungsi sebagai penggerak mekanik *travelator* yang di fungsikan pada rancang bangun *travelator* ini sebagai penggerak alas atau pijakan pengguna *travelator*.



Gambar 8. Motor DC 12-24 V

Tahap Perancangan Software



Gambar 9. Skema Perancangan software

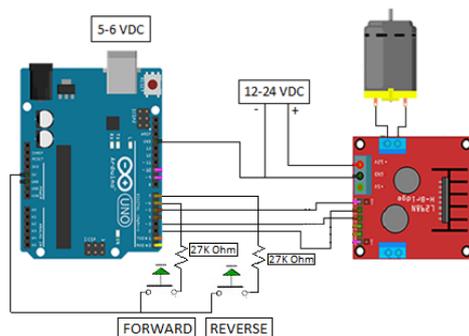
Dalam perancangan software dapat menggunakan software arduino IDE, arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Perangkat yang bersifat lunak, ada beberapa kode yang harus dimasukkan kedalam perangkat tersebut.

Untuk pemrograman Simulasi *Travelator* Menggunakan Sistem Penggerak Motor DC Berbasis Arduino Uno ini diprogram agar dapat mengatur cepat atau lambatnya putaran motor DC, tetapi untuk program rancang bangun *travelator* motor DC ini hanya di atur PWM 200, 227 dan 255.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skematik Rangkaian

Simulasi *travelator* terdiri dari komponen adaptor 16 VDC, Tombol *Forward/Reverse*, Arduino UNO R3, pengatur motor *driver* L298N, dan Motor DC serta mekanik penggerak. Skematik rangkaian Simulasi *travelator* dengan arduino diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian simulasi *travelator* menggunakan sistem penggerak motor DC.
Prinsip Kerja Rangkaian

Simulasi *travelator* ini bekerja berdasarkan pemrograman yang di buat pada arduino yang berfungsi sebagai kontrol untuk menentukan kecepatan motor sesuai yang di inginkan. Kecepatan dari motor DC ditentukan oleh PWM yang sudah tersedia pada arduino uno, yang di atur hanya PWM 200, 227, dan 255, ketika program PWM sudah di tentukan untuk kecepatannya, tentukanlah arah putarannya dengan menekan tombol *forward* atau *reverse*. Maka selanjutnya sinyal dari arduino itu akan di salurkan oleh *driver* motor L298N ke motor DC.

Rangkaian tersebut akan di gunakan atau di aplikasikan untuk sistem penggerak simulasi *travelator*, kemudian setelah rancang bangun sudah berjalan sesuai yang diinginkan maka selanjutnya melakukan pengujian dan pengambilan data variasi beban dengan kecepatan tetap, variasi kecepatan dengan beban tetap, dan variasi kecepatan dengan beban bervariasi yaitu 1,550 kg, 2,550 kg, dan 3,300 kg terhadap kecepatan yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode dari PWM arduino yaitu PWM 200, 227, dan 255 yang dapat dilihat pada Tabel 3, 4 dan 5 dalam pembahasan.

Langkah Pengujian Variasi Beban Dengan Kecepatan Tetap

Pertama *setting* atau program *output* PWM pada arduino dengan input 200, 227 dan 255 sesuai dengan data yang akan diambil, *transfer* atau *upload* ke arduino uno melalui kabel data dan konek tombol *forward/reverse* dengan pin 6 dan 7 pada arduino, pin-pin arduino uno dengan *driver* L298N sesuai dengan program yang di tentukan sebelumnya lalu berikan *power*

input pada *driver* L298N sebesar 16VDC dan tekan tombol *forward*, setelah motor DC berputar *forward* diukur dahulu kecepatan RPM motor DC yang belum terhubung dengan mekanik *travelator* menggunakan tachometer dan catat RPM nya, barulah kemudian sambungkan motor DC dengan mekanik *travelator*, maka motor DC akan memutar mekanik simulasi *travelator*, ukur juga pada putaran *reverse*. Kemudian ukur kecepatan motor DC yang memutar mekanik simulasi *travelator* tanpa beban sebagai langkah pertama dalam pengambilan data, lalu catat kecepatan RPM motor DC tersebut.

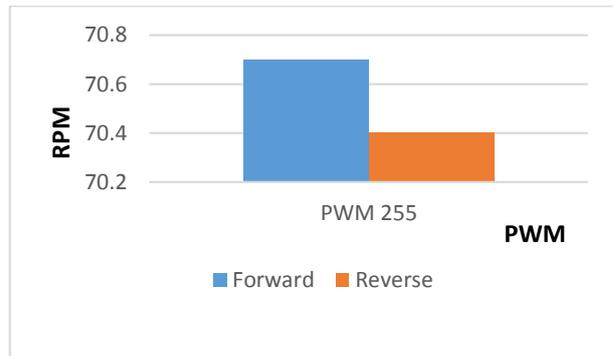
Langkah kedua letakan beban pertama yaitu 1,550 Kg pada permukaan alas simulasi *travelator* yang memiliki panjang 20 cm, ukur kecepatan motor DC setelah kita letakan beban pertama, kemudian catat kecepatan RPM yang di timbulkan menggunakan tachometer.

Langkah ketiga letakan beban kedua yaitu 2,550 Kg pada permukaan alas simulasi *travelator* yang memiliki panjang 20 cm, ukur kecepatan motor DC setelah kita letakan beban kedua, kemudian catat kecepatan RPM yang di timbulkan menggunakan tachometer.

Langkah keempat letakan beban ketiga yaitu 3,300 Kg pada permukaan alas simulasi *travelator* yang memiliki panjang 20 cm, ukur kecepatan motor DC setelah kita letakan beban ketiga, kemudian catat kecepatan RPM yang di timbulkan menggunakan tachometer, dan ukur langkah-langkah sebelumnya untuk mengukur atau mengambil data putaran *reverse*.

Tabel 2. Data rpm PWM 255 tanpa beban mekanik.

Tanpa beban mekanik (<i>Forward</i>)	
PWM	RPM
255	70,7
Tanpa beban mekanik (<i>Reverse</i>)	
255	70,4

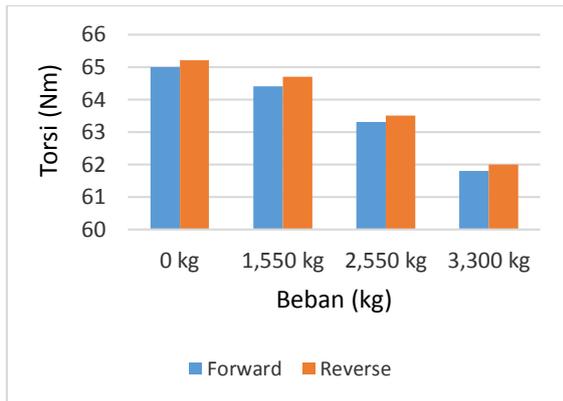


Gambar 11. Grafik rpm terhadap PWM 255 tanpa beban mekanik

Dari pengambilan data yang di tunjukan pada tabel 2 dan grafik 11 dapat dilihat bahwa nilai RPM yang di dihasilkan oleh PWM 255 menunjukkan RPM *forward* dan RPM *Reverse* menunjukkan perbedaan walaupun perbedaan tersebut tidak signifikan.

Tabel 3. Data PWM 255 terhubung dengan beban mekanik

PWM 255 termasuk beban mekanik (<i>Forward</i>)			PWM 255 termasuk beban mekanik (<i>Reverse</i>)		
Beban (kg)	L (cm)	rpm	Beban (kg)	L (cm)	Rp m
0	20	65	0	20	65,2
1,55	20	64,4	1,55	20	64,7
2,55	20	63,3	2,55	20	63,5
3,3	20	61,8	3,3	20	62



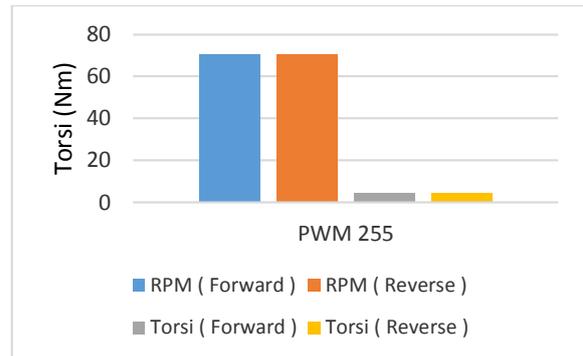
Gambar 12. Grafik rpm pada PWM 255 terhubung dengan mekanik

Dalam pengambilan data yang di tunjukan pada tabel 3 dan grafik 12 di atas menunjukkan bahwa kecepatan RPM yang di hasilkan oleh PWM 255 pada variasi beban yaitu 1,550 kg, 2,550 kg, dan 3,300 kg mengurangi kecepatan RPM, semakin berat beban yang di berikan pada RPM maka RPM juga akan berkurang walau penurunan kecepatannya tidak signifikan.

Torsi (τ) dihitung berdasarkan perbandingan daya kerja motor terhadap kecepatan putarannya dengan rumus persamaan no.2. Begitu pula dengan perhitungan torsi beban 0 kg, 1,550 kg, 2,550 kg, dan 3,300 kg, dan untuk perhitngan torsi yang lain. Hasil perhitungan torsi pada PWM 255 tanpa beban mekanik ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan torsi PWM 255 tanpa beban mekanik *travelator*

Tanpa beban mekanik (Forward)		
PWM	RPM	Torsi (Nm)
255	70,7	4,32
Tanpa beban mekanik (Reverse)		
PWM	RPM	Torsi (Nm)
255	70,4	4,34

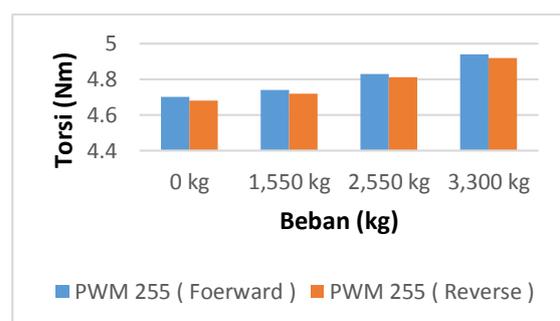


Gambar 13. Grafik Torsi PWM 255 tanpa beban mekanik *travelator*

Dari hasil perhitungan torsi yang di lakukan, tabel 4 dan grafik 13 menunjukkan bahwanilai torsi yang di hasilkan oleh PWM 255 menunjukkan perubahan torsi *forward* dan torsi *reverse* tidak signifikan.

Tabel 5. Perhitungan torsi PWM 255 dengan beban PWM 255 termasuk beban mekanik (*Forward*)

Beban (kg)	L (cm)	RPM	Torsi (Nm)
0	20	65	4,7
1,55	20	64,4	4,74
2,55	20	63,3	4,83
3,3	20	61,8	4,94
PWM 255 termasuk beban mekanik (<i>Reverse</i>)			
0	20	65,2	4,68
1,55	20	64,7	4,72
2,55	20	63,5	4,81
3,3	20	62	4,92



Gambar 14. Grafik Torsi PWM 255 dengan beban

Dari hasil perhitungan torsi yang di lakukan, tabel 5 dan grafik 14 menunjukkan bahwa nilai torsi yang di dihasilkan oleh PWM 255 pada setiap beban yang di coba menunjukkan torsi tidak berbeda jauh (tidak signifikan).

KESIMPULAN

Dari rancangan simulasi *travelator* menggunakan sistem penggerak motor DC berbasis arduino uno diketahui bahwa dengan beban paling besar bernilai 3,3 Kg dengan panjang prototipe 20 cm dan menghasilkan data sebagai berikut: pada keadaan *forward* PWM 200 bernilai 40,7 rpm dengan torsi 7,5 sedangkan keadaan *Reverse* 40,6 rpm dengan torsi 7,52; pada keadaan *forward* PWM 227 bernilai 51 rpm dengan torsi 6 sedangkan keadaan *Reverse* 50,6 rpm dengan torsi 6,03; dan dalam keadaan *forward* PWM 255 bernilai: 61,8 rpm dengan torsi 4,94 sedangkan keadaan *Reverse*: 62 rpm dengan torsi 4,92. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai rpm pada kondisi *forward* nilai torsi yang dihasilkan bernilai kecil dan pada kondisi *reverse* semakin rpm bernilai besar torsi semakin besar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada RISTEKBRIN dalam program Penelitian Dosen Pemula (PDP), LLDIKTI IV dan LPPM UNPAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifatah, A dan Yusuf, I. (2015). *Twin Master Outlines Fisika*. Bandung:Penerbit Yrama Widya.
- Andriana, Y. (2011). Aplikasi mikrokontroler at89c51 untuk pengendalian kecepatan motor dc dengan menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi. *Tugas Akhir*.

Chairuzzaini, Rusli M., Ariyanto R., (1998). Pengenalan Metode Ziegler-Nichols pada Perancangan Kontroler pada PID, <http://elektroindonesia.com/elektro/tutor12.html> diakses pada tanggal 3 April 2015.

Frohr, F., (1985). *Electronic Control Engineering Made Easy*. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin dan Munich.

Ibrahim, A. W., (2014). *Upgrading Driver Motor DC di Pinch Roll CTCM PT.KS, Krakatau Steel, Cilegon*.

Kadir, A. (2015). *From zero to a PRO Arduino uno panduan mempelajari aneka proyek berbasis mikrokontroler*. Yogyakarta:Penerbit Andi.

Marta dinata, Y. (2016). *Arduino Itu Pintar*. Jakarta:Penerbit PT Elex Media Komputindo.

Perancangan Kontroler pada PID, <http://elektroindonesia.com/elektro/tutor12.html> diakses pada tanggal 3 April 2015

Sanjaya, M. (2016). *Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan Arduino Dan Matlab*. Yogyakarta:Penerbit Andi.

Zuhal, (1988). *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia.