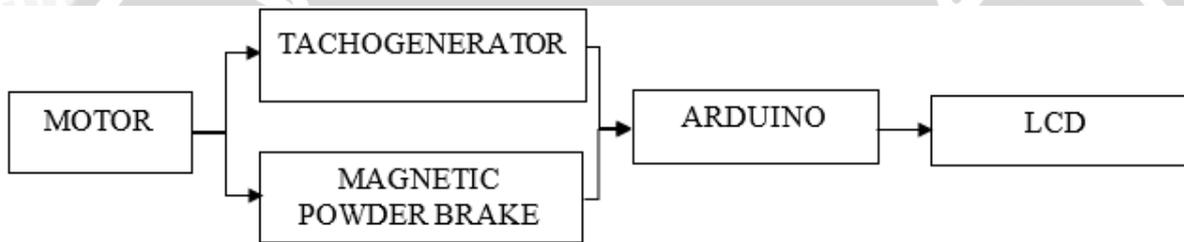


BAB IV PERANCANGAN SISTEM

4.1 Perancangan Sistem Keseluruhan

Control unit magnetic powder brake merupakan alat yang berfungsi untuk mengatur tegangan DC yang dicatukan ke dalam *magnetic powder brake*, dan juga menampilkan hasil pengukuran pada LCD. Hasil pengukuran yang ditampilkan adalah torsi, kecepatan sistem dan daya mekanik motor. *Control unit* ini terdiri dari beberapa komponen. Alat yang digunakan untuk merancang *control unit* diantaranya transformator, *bridge dioda*, kapasitor, IC LM7812, *voltage divider*, regulator DC-DC, potensiometer.



Gambar 4.1 Diagram blok *control unit magnetic powder brake*



Gambar 4.2 *Control Unit Magnetic Powder Brake*

4.2 Perancangan Rangkaian Catu Daya

Arduino yang berfungsi sebagai mikrokontroler membutuhkan catu daya antara 7-12 volt yang direkomendasikan. Dalam penelitian ini akan menggunakan catu daya sebesar 12volt. Sedangkan catu daya untuk *magnetic powder brake* maksimal dicatu dengan tegangan sebesar 18 volt dengan menggunakan trafo *stepdown* 220/18 volt.

Catu daya 12 volt membutuhkan trafo *stepdown* 220/12 volt. Kemudian disearahkan dengan penyearah gelombang penuh. Untuk menyearahkan komponen yang dipakai adalah *bridge dioda*. Sebagai regulator tegangan untuk menjaga tegangan agar tetap konstan, komponen yang digunakan yaitu IC 7812.

Sebagai filter tegangan agar terhindar dari *ripple* yang cukup besar maka harus menghitung besar kapasitor yang digunakan seperti berikut :

Dengan Resistansi Arduino = 171,43 Ω dan prosentase *ripple* ($\Delta V/V_o$) 1%, maka :

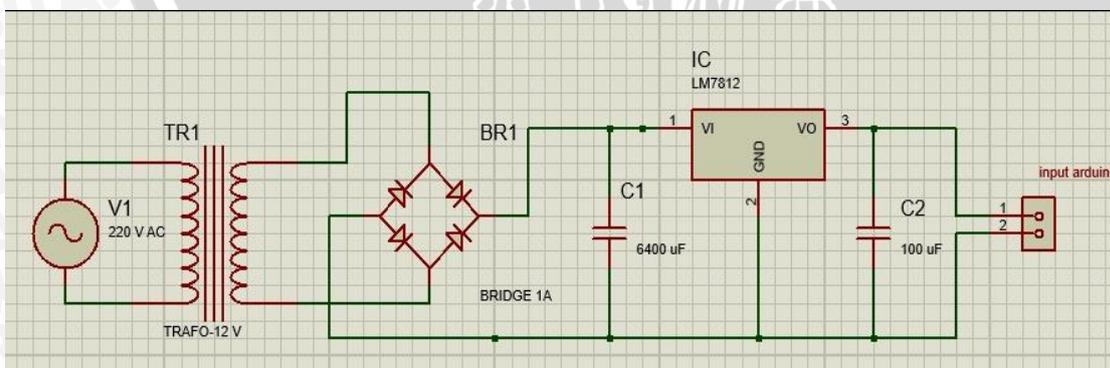
$$C = \frac{1}{2 f R \left(\frac{\Delta V_o}{V_m}\right)}$$

$$C = \frac{1}{2 (50)(171,43)(0,01)}$$

$$C = 0,005833F$$

$$C = 5833 \mu F$$

Nantinya kapasitor yang akan dipakai harus lebih besar dari 5833 μF . Pada rangkaian catu daya ini akan dipakai C1 sebesar 6400 μF karena menyesuaikan yang ada di pasaran. Dan kapasitor C2 sebesar 100 μF untuk meratakan lagi tegangan dc yang akan masuk ke beban.



Gambar 4.3 Skematik rangkaian catu daya 12 volt

Sedangkan untuk mencatu *magnetic powder brake* maka digunakan trafo *stepdown* 220/18V. Kemudian disearahkan dengan penyearah gelombang penuh. Komponen penyearah yang digunakan adalah *bridge dioda*. Kemudian dari keluaran *bridge dioda* melewati modul DC-DC *converter* yang didalamnya menggunakan IC LM2596. Tujuan dari penggunaan modul DC-DC *converter* ini yaitu sebagai pengatur tegangan keluaran agar sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengaturan dapat dilakukan dengan memutar potensiometer. Dengan spesifikasi tegangan keluaran yang dihasilkan berkisar antara 1,25-37 volt, arus keluaran maksimal sebesar 3 A. Tegangan masukan minimal pada modul yaitu 4 volt untuk mendapatkan akurasi voltmeter yang baik. Karena modul ini dilengkapi dengan voltmeter untuk menampilkan tegangan keluaran.

Tegangan yang akan digunakan untuk mencatu *magnetic powder brake* antara 1,25-18 volt. Tegangan 1,25 volt yaitu sebagai tegangan keluaran minimal, hal ini tidak berpengaruh walaupun tegangan tidak mulai dari 0 volt, karena pada saat teganga 1,25 volt, *magnetic powder brake* belum aktif sehingga tidak menghasilkan torsi.

4.3 Perancangan *Voltage Divider*

Pada arduino memiliki batas tegangan masukan sampai 5volt. Jika melebihi dari batasan yang diijinkan maka arduino tidak dapat berfungsi dengan baik. Sehingga dibutuhkan *voltage divider* yang berfungsi sebagai sensor tegangan. *Voltage divider* ini memberi sinyal tegangan masukan kepada arduino dengan penguatan 1/5 dari tegangan masukan *voltage divider*. Jika tegangan masukan *voltage divider* 25 volt, maka yang terdeteksi pada Arduino sebesar 5 volt.

Rangkaian *voltage divider* ini terdiri dari beberapa resistor. Untuk menentukan besarnya resistor, akan dihitung seperti berikut ini :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

$$5 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 25$$

Sebagai acuan $R_1 = 10k\Omega$

$$5 = \frac{10k}{10k + R_2} \times 25$$

$$R_2 = 40k\Omega$$

Kemudian resistor ini harus tahan terhadap panas yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir pada rangkaian ini. Besar arus yang mengalir dapat dihitung seperti berikut ini :

$$i = \frac{V}{R}$$

$$i = \frac{V}{(R1 + R2)}$$

$$i = \frac{25}{50k}$$

$$i = 0,0005 \text{ A}$$

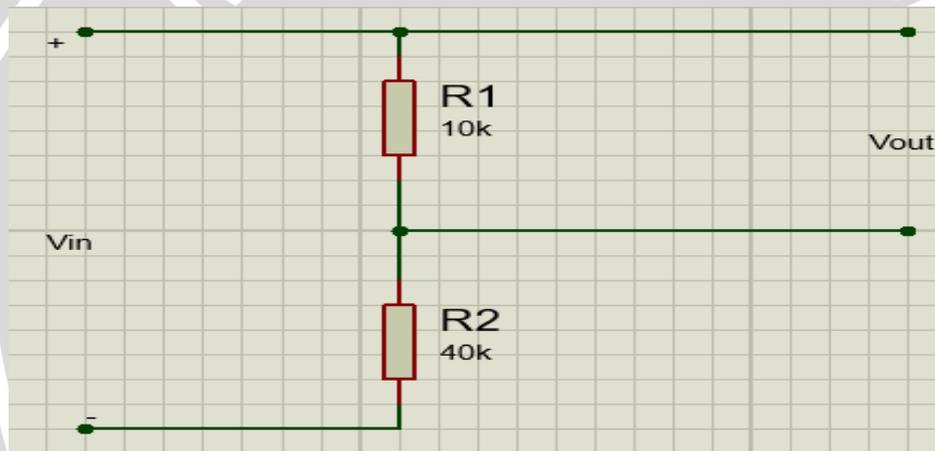
Maka untuk menentukan besarnya daya pada resistor, dihitung seperti berikut ini :

$$P = i^2 \times R$$

$$P = 0,0005^2 \times 50000$$

$$P = 0,0125 \text{ watt}$$

Nilai daya yang digunakan pada resistor yang digunakan yaitu 1 watt, karena disesuaikan dengan yang terdapat di pasaran.



Gambar 4.4 Skematik rangkaian *voltage divider*

Tegangan masukan (V_{in}) pada *voltage divider* ini berasal dari catu tegangan yang dicatukan ke *magnetic powder brake*. *Voltage divider* akan membaca tegangan masukan *magnetic powder brake* dengan penguatan 1/5 agar dapat dibaca oleh Arduino. Tegangan keluaran (V_o) langsung masuk ke dalam pin A1 untuk diolah datanya.

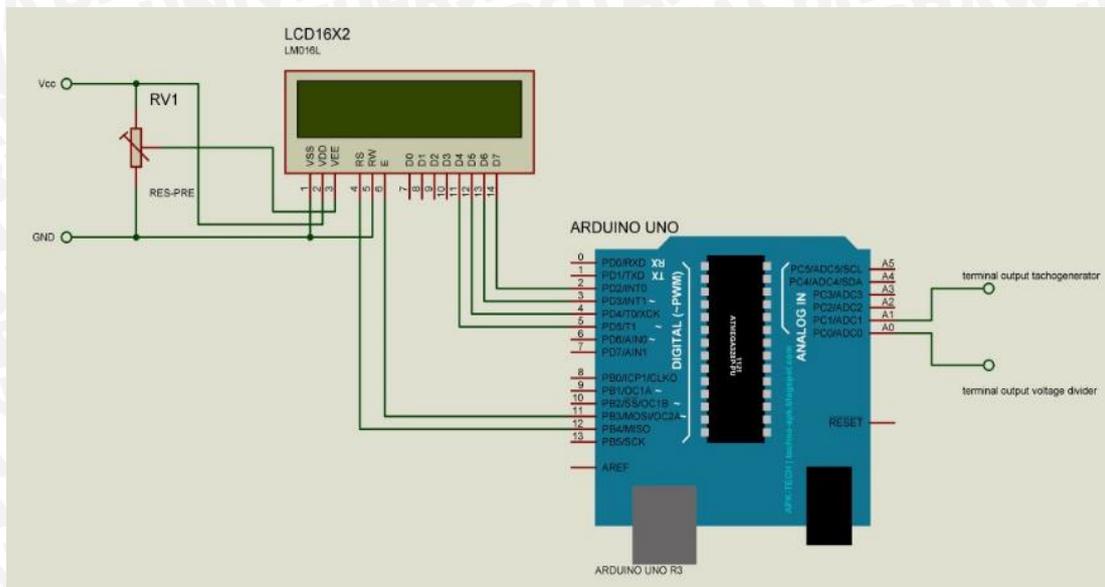
4.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak disini dibagi menjadi 2 yaitu perancangan Arduino dengan LCD dan perancangan program untuk mengolah data untuk menghitung torsi.

4.4.1 Perancangan Mikrokontroler Arduino dengan LCD

Mikrokontroler arduino dapat diprogram pada perangkat lunak arduino. Dalam *control unit* ini, hasil pengukuran berupa torsi, kecepatan dan daya mekanik akan

ditampilkan pada LCD ukuran 16x2 cm. Untuk itu agar dapat ditampilkan, maka dibuat *listing program arduino uno*.



Gambar 4.5 Skematik arduino dengan LCD 16x2

Sambungan pin arduino uno dengan pin LCD 16x2 :

- Pin RS (kaki 4) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 12
- Pin E (kaki 6) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 11
- Pin D4 (kaki 11) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 5
- Pin D5 (kaki 12) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 4
- Pin D6 (kaki 13) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 3
- Pin D7 (kaki 14) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 2
- Sambungkan potensio 10 kOhm ke +5v dan GND , dan pin LCD 3 ke potensiometer
- Pin 5 (R/W) ke ground

Pada gambar 4.5, pin 3 pada lcd dihubungkan ke potensiometer. Potensiometer disini berfungsi untuk mengatur terang gelapnya lcd. Potensio terdapat 3 terminal, terminal tengah dihubungkan ke pin 3 arduino, sedangkan , terminal kanan dan , terminal kiri dihubungkan ke Vcc dan Gnd pada Arduino.

4.4.2 Perancangan Mikrokontroler Arduino untuk Menghitung Torsi

Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat mengolah data masukan menjadi data keluaran yang diinginkan. Dalam penelitian ini, data masukan yang

diberikan ke mikrokontroler adalah tegangan *brake* dan tegangan keluaran tachogenerator. Sensor tegangan disini menggunakan *voltage divider*, sedangkan untuk sensor kecepatan menggunakan tachogenerator yang ada di laboratorium Mesin Elektrik.

Pin A0 membaca tegangan dari sensor tegangan, sedangkan pin A1 membaca tegangan keluaran dari tachogenerator yang selanjutnya dikonversi menjadi kecepatan. Tachogenerator memberikan tegangan keluaran ke mikrokontroler dengan perbandingan 1 volt/1000 rpm. Jadi setiap kecepatan 1000 rpm maka tachogenerator harus mengeluarkan tegangan 1 volt.

Setelah Arduino mendapat kedua data tersebut, maka selanjutnya untuk menghitung akan menggunakan rumus hasil regresi seperti berikut :

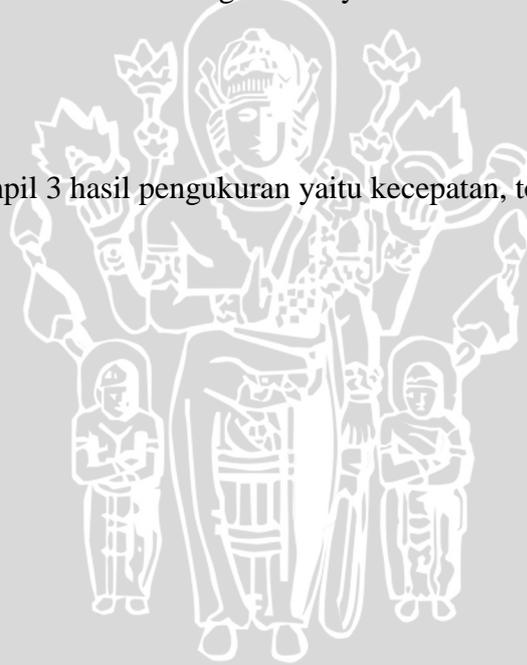
$$torsi = -0,453805 + 0,247142 (tegangannya\ brake)$$

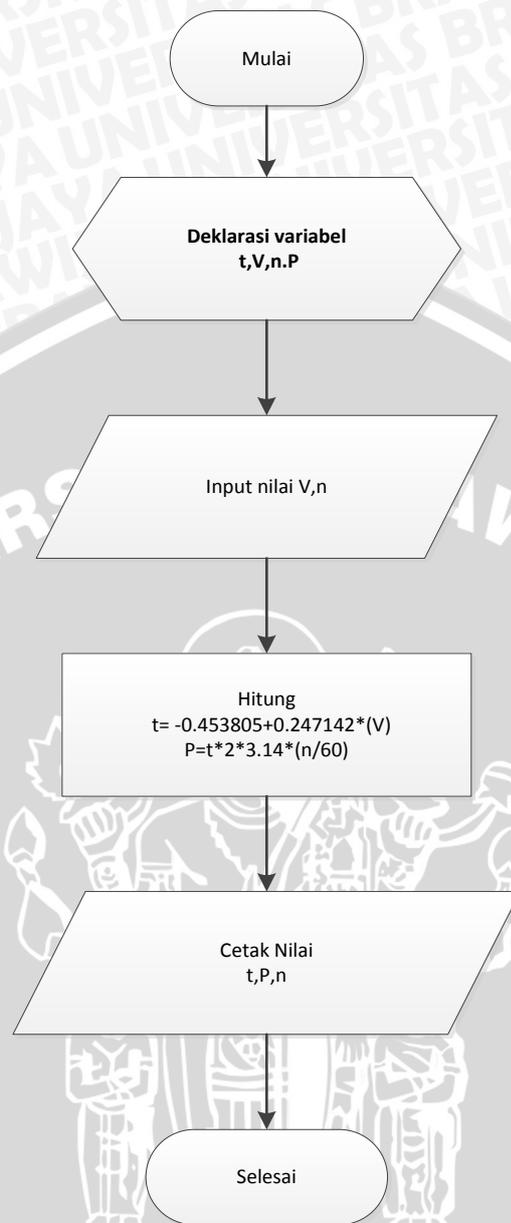
Dari hasil perhitungan torsi, selanjutnya Arduino akan menghitung berapa besar daya mekanik motor dengan dengan rumus sesuai dengan teori yaitu :

$$P_{mek} = \tau \cdot \omega_M$$

$$P_{mek} = \tau \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}$$

Dalam *control unit* ini akan tampil 3 hasil pengukuran yaitu kecepatan, torsi dan daya mekanik motor.





Gambar 4.6 Diagram alir perangkat lunak

4.5 Analisis Regresi Linier

Pada penelitian ini, *control unit* yang baru akan menggantikan *control unit* yang lama yang ada di Laboratorium Mesin Elektrik. *Control unit* yang baru ini harus dikalibrasi, kalibrasi dilakukan dengan mengambil beberapa variasi data antara torsi, tegangan *brake* pada *control unit* lama yang masih berfungsi dengan baik. Dari data yang diambil, kemudian dianalisis dengan metode regresi linier. Disini variabel x merupakan tegangan masukan *magnetic powder brake* sedangkan variabel y merupakan besar torsi beban yang dihasilkan. Pengambilan data dilakukan dengan 6 variasi data kemudian dibuat

tabel seperti pada tabel 4.1. Kemudian hubungan antara kedua variabel dihitung dengan metode regresi linier.

Tabel 4.1 Data analisis regresi linier

data ke-	x	y	x^2	xy
1	2	0,05	4	0,1
2	3	0,3	9	0,9
3	4	0,5	16	2
4	5	0,8	25	4
5	6	1	36	6
6	7	1,3	49	9,1
Σ	27	3,95	139	22,1

Dari data pada tabel 4.1, akan dimasukkan kedalam analisis regresi. Secara manual rumus regresi adalah sebagai berikut :

$$na_0 + a_1 \Sigma x = \Sigma y$$

$$a_0 \Sigma x + \Sigma a_1 x = \Sigma yx$$

Jika dimasukkan ke dalam persamaan tersebut maka :

$$6a_0 + 27a_1 = 3,95$$

$$27a_0 + 139a_1 = 22,1$$

Kemudian dieliminasi dan disubstitusikan, didapatkan :

$$a_0 = -0,453805$$

$$a_1 = 0,247142$$

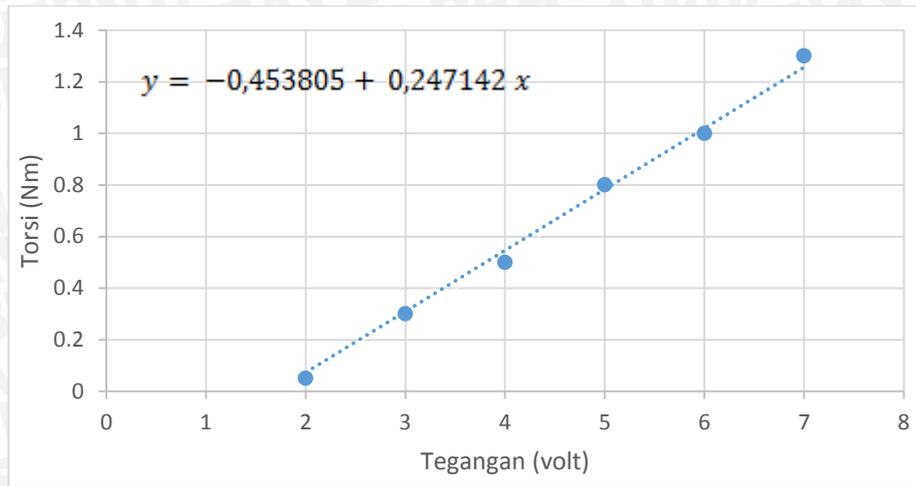
Jika dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier adalah sebagai berikut :

$$y = -0,453805 + 0,247142 x$$

Keterangan :

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

$$x = \text{tegangan } \textit{brake} \text{ (volt)}$$



Gambar 4. 7 Grafik hasil regresi linier torsi terhadap tegangan

Persamaan regresi linier juga bisa melalui Microsoft Excel. Berikut adalah hasil analisis regresi linier pada Microsoft Excel.

Tabel 4.2 *Summary Output*

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,998510912
<i>R Square</i>	0,997024041
<i>Adjusted R Square</i>	0,996280051
<i>Standard Error</i>	0,02824215
<i>Observations</i>	6

Dalam tabel terdapat beberapa keterangan mengenai *multiple R*, *R square*, *adj R square*, *standard error*, dan *observations*. *Multiple R* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat (keeratan) hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama-sama. Nilai *multiple R* antara 0-1, untuk nilai *multiple R* yang mendekati 1 menunjukkan hubungan yang lebih kuat. Nilai *multiple R* pada tabel adalah 0,998510912.

R square (R^2) adalah nilai yang mengukur kesesuaian persamaan regresi. *R square* yang baik adalah mendekati 1. Sedangkan *standard error* merupakan *standard error* dari estimasi variabel terikat (dalam kasus ini adalah torsi). Angka ini dibandingkan dengan standar deviasi dari torsi. Semakin kecil angka standar error ini dibandingkan angka standar deviasi dari torsi maka model regresi semakin tepat dalam memprediksi torsi. *Standard error* pada tabel diatas adalah 0,02824215.

Tabel 4.3 Anova

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
<i>Regression</i>	1	1,068893	1,068893	1340,104	3,32E-06
<i>Residual</i>	4	0,00319	0,000798		
<i>Total</i>	5	1,072083			

Tabel Anova (*Analysis of Variance*) menguji penerimaan (*acceptability*) model dari perspektif statistik dalam bentuk analisis sumber keragaman. ANOVA ini sering juga diterjemahkan sebagai analisis ragam. Dari tabel ANOVA tersebut diungkapkan bahwa keragaman data aktual variabel terikat (torsi) bersumber dari model regresi dan dari residual. Dalam pengertian sederhana untuk kasus ini adalah variasi (turun-naiknya atau besar kecilnya) torsi disebabkan oleh variasi dari tegangan *brake* (model regresi) serta dari faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi torsi beban yang tidak dimasukkan dalam model regresi (residual).

Tabel 4.4 Koefisien Regresi Linier

	<i>Coefficients</i>
<i>Intercept</i>	-0,453809524
<i>Voltage brake</i>	0,247142857

Pada persamaan linier diatas memberi penjelasan bahwa keterkaitan antara torsi dan tegangan *brake* bersifat searah (positif), artinya jika tegangan *brake* semakin besar maka torsi beban akan semakin besar pula. Dari tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi linier torsi terhadap tegangan *brake* adalah sebagai berikut :

$$y = -0,453809524 + 0,247142857 x$$

Keterangan :

y = torsi (Nm)

x = tegangan *brake* (volt)