

BAB IV

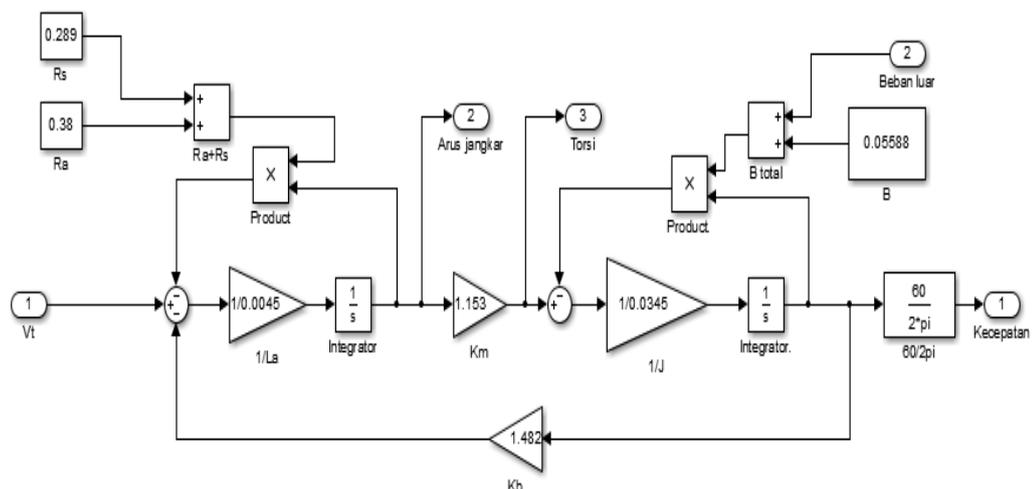
HASIL DAN PEMBAHASAN

Model analisa motor arus searah disimulasikan dengan menggunakan *Software Simulink Matlab* versi R2013a (8.1.0.604). Pemodelan ini dibuat berdasarkan data motor arus searah yang ada di Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Data-data dari motor arus searah tersebut dapat dilihat pada Lampiran.

Model motor arus searah yang dibuat ada 3 macam, yaitu model motor arus searah penguatan sendiri seri, penguatan sendiri *shunt*, dan penguatan terpisah. Model motor arus searah dibuat berdasarkan skema *block diagram* yang didapat dari persamaan masing-masing model penguatan yang kemudian dimasukkan pada Simulink Matlab.

4.1 Motor Arus Searah Penguatan Sendiri Seri

4.1.1 Karakteristik Pembebanan



Gambar 4.1 Model simulink motor arus searah penguatan sendiri seri karakteristik pembebanan

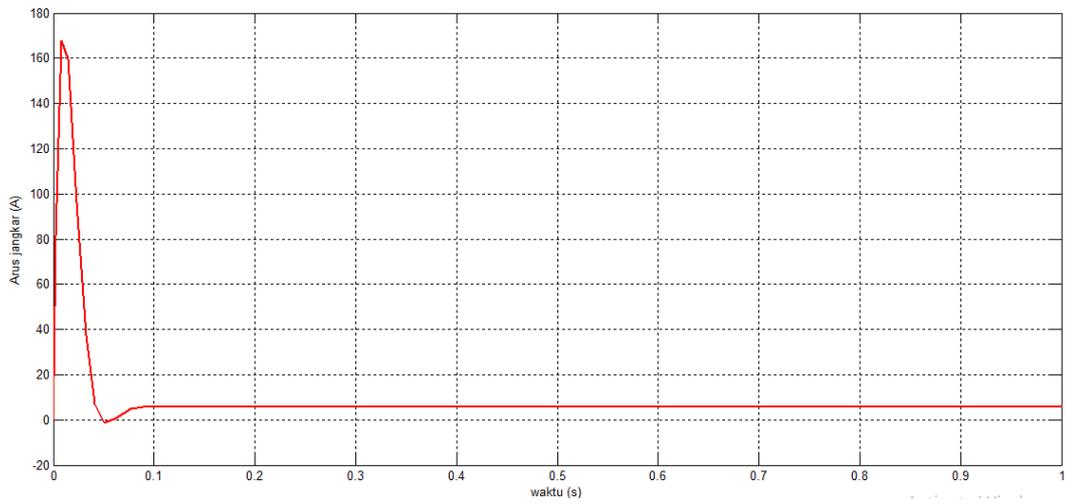
4.1.1.1 Hasil

Pada motor penguatan sendiri seri karakteristik yang dipercobakan adalah karakteristik pembebanan, dimana hubungan yang akan dilihat antara lain sebagai berikut :

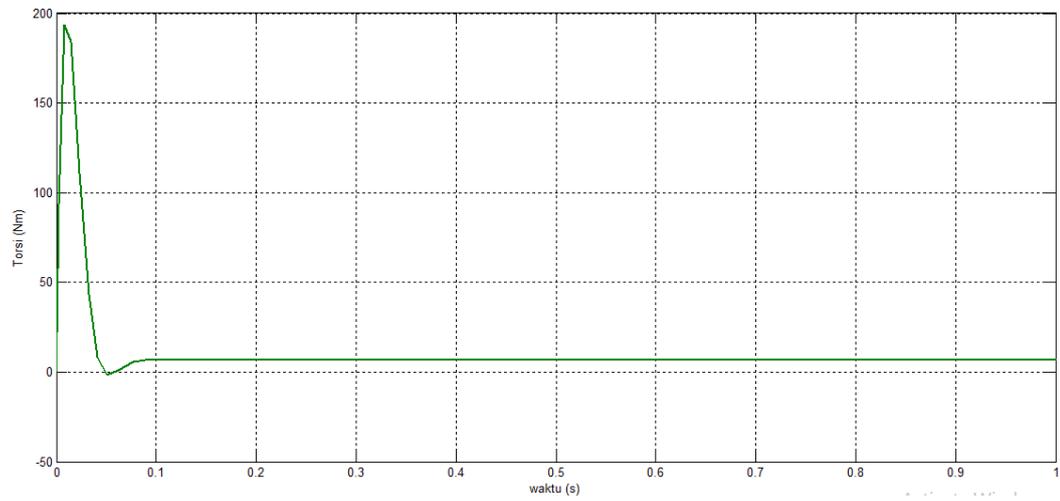
1. $n = f(I_a)$
2. $n = f(T)$
3. $T = f(I_a)$

Untuk melihat karakteristik dari tiga hubungan diatas, maka parameter yang akan dicari adalah arus jangkar (I_a), Torsi (T), dan Kecepatan (n) sedangkan parameter yang berlaku sebagai variabel adalah beban. Dalam percobaan ini beban yang digunakan adalah beban listrik (*Watt*), karena pada proses praktikum motor dikopel dengan generator. Daya yang dihasilkan oleh generator menjadi parameter beban pada simulasi. Tegangan input (V_t) yang digunakan adalah 180 Volt.

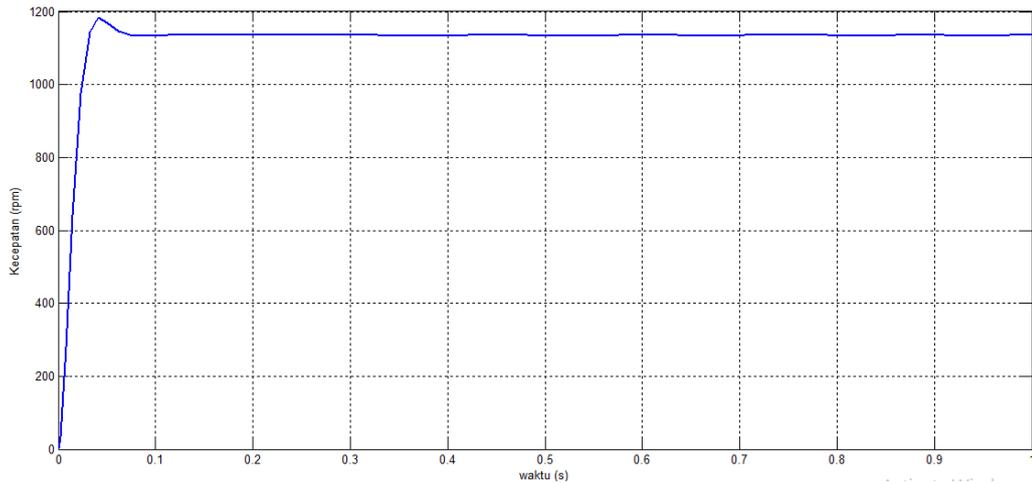
Gambar dibawah merupakan grafik hasil simulasi dari percobaan motor arus searah penguatan sendiri seri. Grafik ini menampilkan kondisi parameter yang dicari terhadap waktu (s). Nilai yang dilihat dari setiap parameter adalah nilai pada keadaan *steady state*. Nilai tersebut akan dimasukkan kedalam tabel kemudian dibuat grafik perbandingan antara parameter yang dicari untuk melihat karakteristik pembebanan. Ada 9 data yang akan dimasukkan dalam tabel dengan nilai beban yang berbeda-beda. Berikut merupakan hasil simulasi pada saat beban 0.



Gambar 4.2 Grafik arus Jangkar karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri



Gambar 4.3 Grafik torsi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri



Gambar 4.4 Grafik kecepatan karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri

Gambar 4.2 menunjukkan kondisi arus jangkar pada saat motor diberikan beban sebesar 0 Watt. Nilai yang dihasilkan adalah 5,75 A. Gambar 4.3 menunjukkan nilai torsi yaitu 6,659 Nm. Gambar 4.4 menunjukkan nilai kecepatan yaitu 1135 rpm . Rata-rata ketiga parameter tersebut mengalami kondisi *steady state* pada 0,1 s .Nilai-nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tabel. Setelah melakukan 9 kali percobaan, maka didapatkan hasil sesuai dengan tabel yang ada dibawah ini.

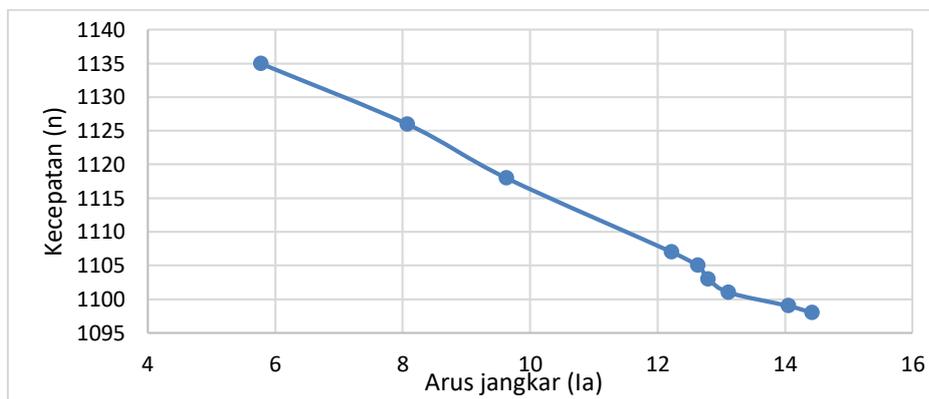
Tabel 4.1 Data motor arus searah penguatan sendiri seri karakteristik pembebanan

No	n (rpm)	Ia (A)	T (Nm)	Beban (Watt)
1	1135	5,775	6,659	0
2	1126	8,073	9,309	0,021
3	1118	9,626	11,1	0,039
4	1107	12,22	14,09	0,066
5	1105	12,63	14,56	0,07

6	1103	12,79	14,75	0,072
7	1101	13,11	15,11	0,075
8	1099	14,05	16,2	0,085
9	1098	14,42	16,63	0,089

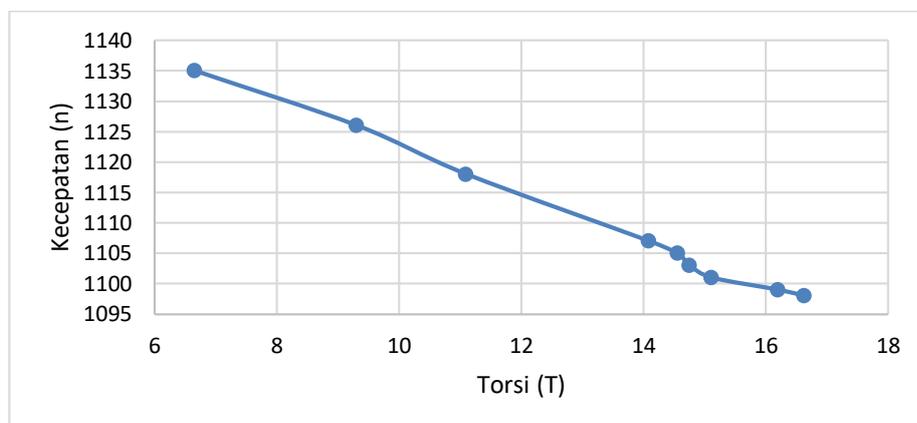
Berdasarkan pada tabel 4.1,maka dapat dilihat karakteristik pembebanan yang terdapat pada motor arus searah penguatan sendiri seri adalah sebagai berikut:

1. $n = f(Ia)$



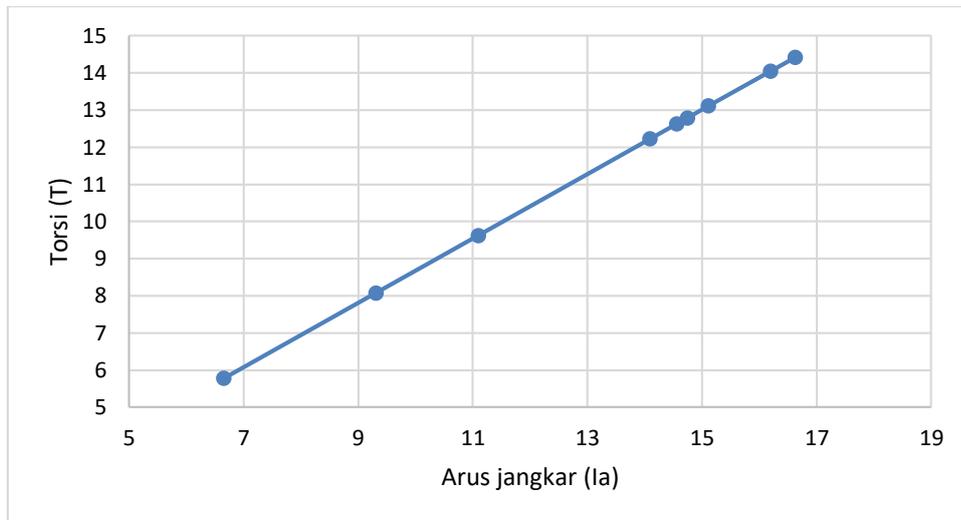
Gambar 4.5 Grafik hubungan $n = f(Ia)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri

2. $n = f(T)$



Gambar 4.6 Grafik hubungan $n = f(T)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri

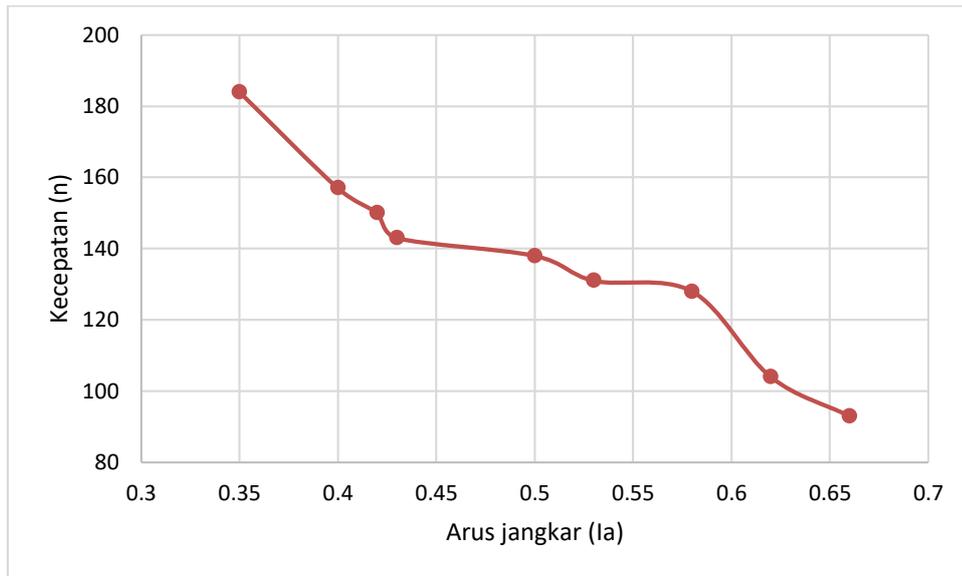
3. $T = f(I_a)$



Gambar 4.7 Grafik hubungan $T = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri

4.1.1.2 Pembahasan

Berdasarkan ketiga grafik diatas, dapat dilihat karakteristik pembebanan pada motor penguatan sendiri seri. Pada grafik hubungan $n = f(I_a)$ dari hasil simulasi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri seperti pada Gambar 4.5, dapat dilihat bahwa kenaikan arus jangkar pada motor seri berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Semakin besar nilai arus jangkar maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini sama dengan grafik yang dihasilkan pada percobaan yang telah dilakukan dilaboratorium. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.8.

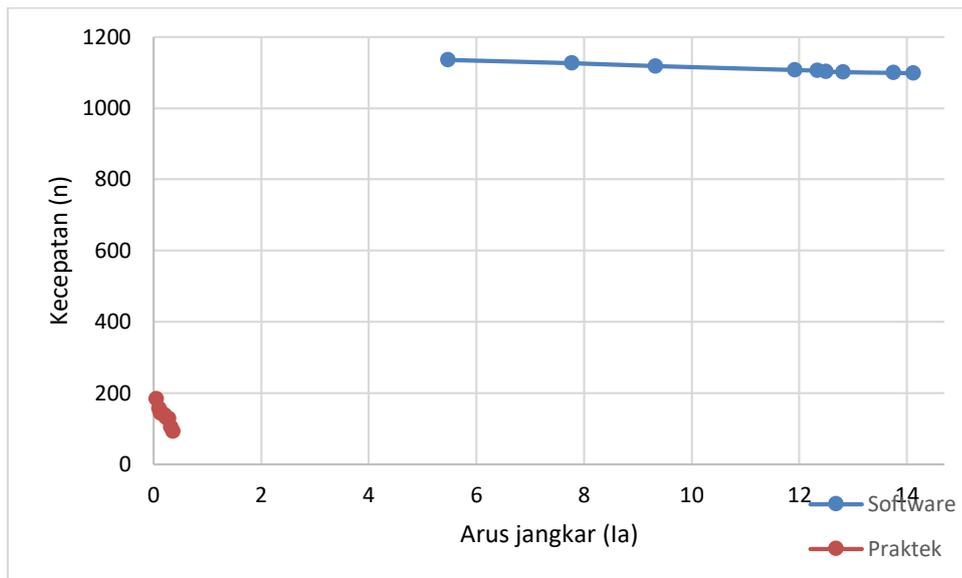


Gambar 4.8 Grafik hubungan $n = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri pada laboratorium

Dapat dilihat bahwa karakteristik yang dihasilkan memiliki kondisi yang sama yaitu semakin besar nilai arus jangkar maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Namun kedua grafik memiliki perbedaan nilai yang cukup besar. Secara matematis, hal ini dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

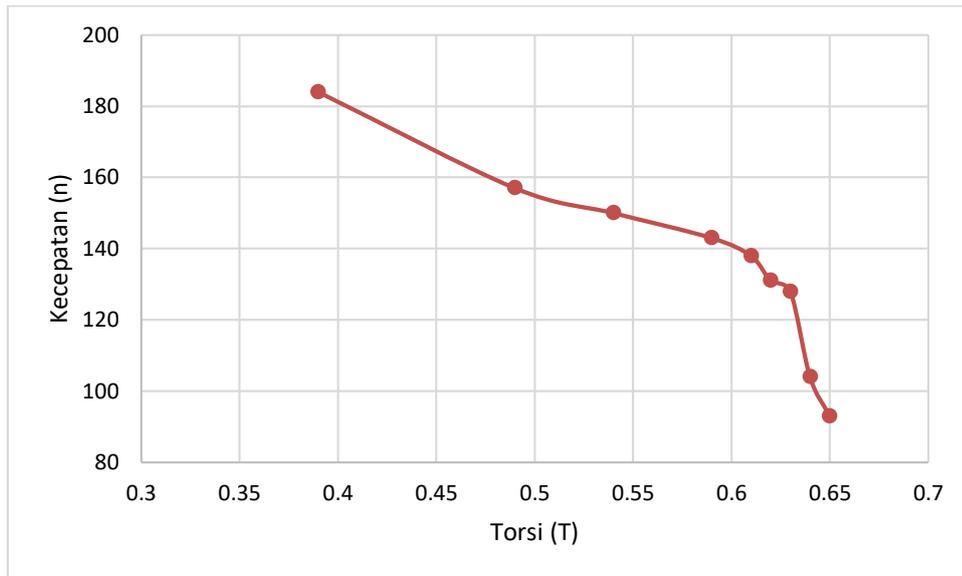
$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi}$$

Dimana semakin besar I_a maka semakin kecil n yang dihasilkan. Pada saat kondisi tegangan input tetap dengan arus jangkar yang selalu bertambah, maka putaran yang dihasilkan akan menurun. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan hubungan $n = f(Ia)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri secara praktek dan *software*

Pada grafik hubungan $n = f(T)$ dari hasil simulasi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri seperti pada Gambar 4.6, dapat dilihat bahwa kenaikan torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Semakin besar nilai torsi maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Kondisi ini sama dengan grafik yang dihasilkan pada proses praktikum. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.10.

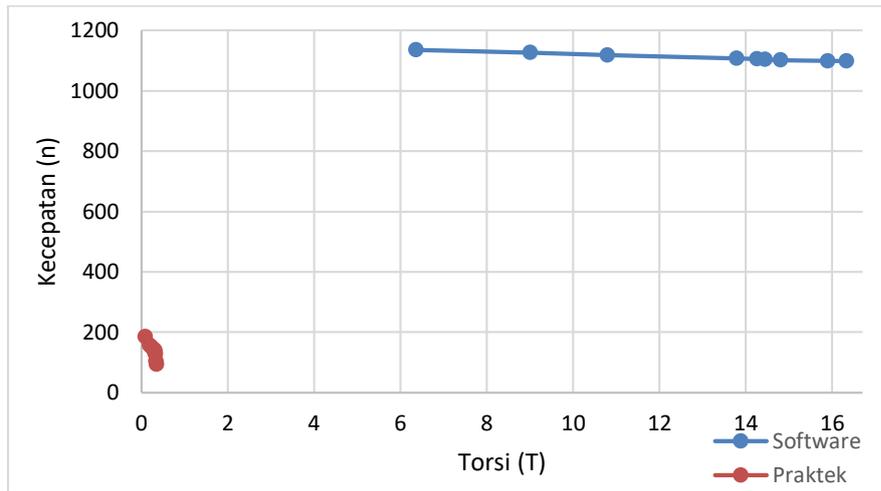


Gambar 4.10 Grafik hubungan $n = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri pada laboratorium

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa terjadi penurunan nilai kecepatan pada saat torsi bertambah. Hal ini dapat dilihat pada persamaan yang ada dibawah ini :

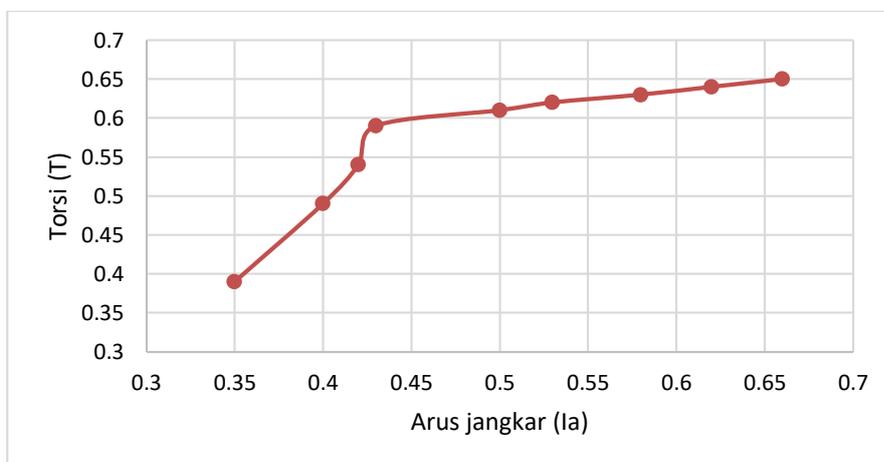
$$T = K_m \cdot I_a$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa kenaikan arus akan mempengaruhi torsi yang dihasilkan . Semakin besar I_a maka semakin besar pula t yang dihasilkan. Dimana kenaikan arus jangkar akan mempengaruhi nilai kecepatan. Maka kenaikan nilai torsi juga akan membuat terjadinya penurunan nilai kecepatan pada motor. Namun grafik diatas memiliki perbedaan nilai yang cukup besar dengan hasil simulasi, hasil ini bisa disebabkan oleh beberapa hal. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik perbandingan hubungan $n = f(T)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri secara praktek dan *software*

Pada grafik hubungan $T = f(I_a)$ dari hasil simulasi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri seperti pada Gambar 4.7, dapat dilihat bahwa kenaikan torsi berbanding lurus dengan kenaikan arus jangkar. Semakin besar nilai arus jangkar maka torsi yang dihasilkan juga semakin besar. Kondisi ini sama dengan grafik yang dihasilkan pada proses praktikum. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.12.

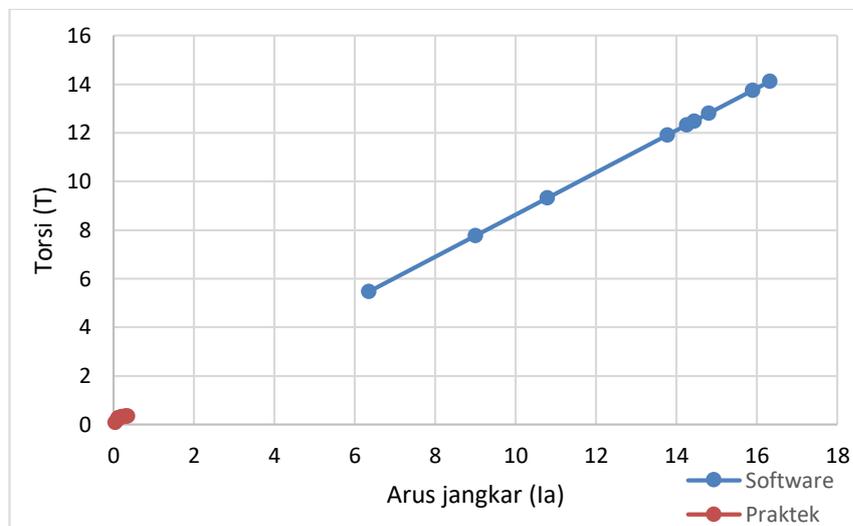


Gambar 4.12 Grafik hubungan $T = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri pada laboratorium

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa terjadi kenaikan nilai torsi pada saat arus jangkar bertambah. Hal ini dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$T = K_m \cdot I_a$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa kenaikan arus akan mempengaruhi torsi yang dihasilkan . Semakin besar I_a maka semakin besar pula T yang dihasilkan. Namun grafik diatas memiliki perbedaan nilai yang cukup besar dengan hasil simulasi, hasil ini bisa disebabkan oleh beberapa hal. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.13.

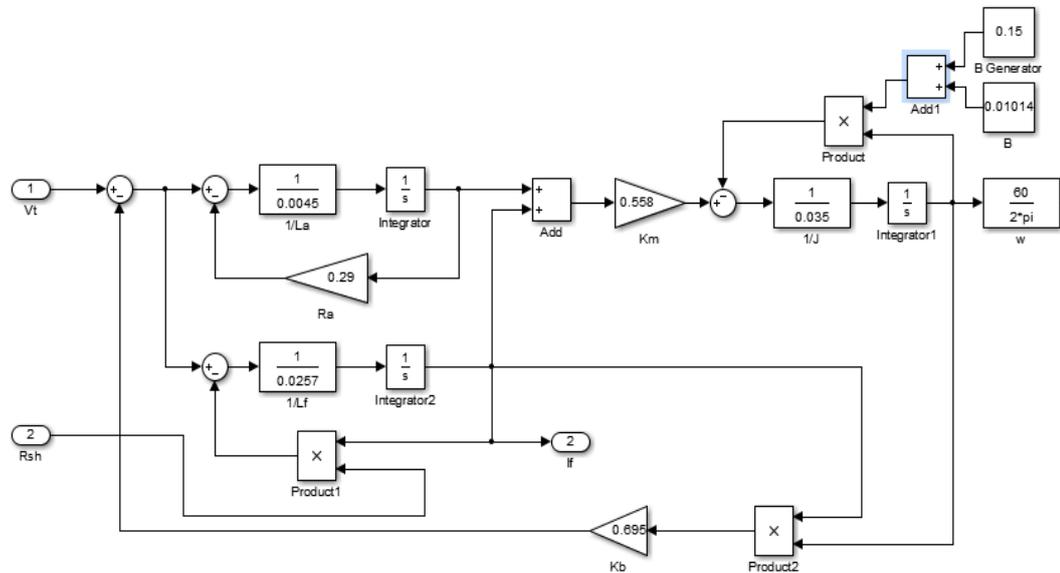


Gambar 4.13 Grafik perbandingan hubungan $T = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri secara praktek dan *software*

4.2 Motor Arus Searah Penguatan Sendiri *Shunt*

Pada motor arus searah penguatan sendiri *shunt*, karakteristik yang akan disimulasikan adalah karakteristik pengaturan kecepatan dan karakteristik pengaturan tegangan.

4.2.1 Karakteristik Pengaturan Kecepatan



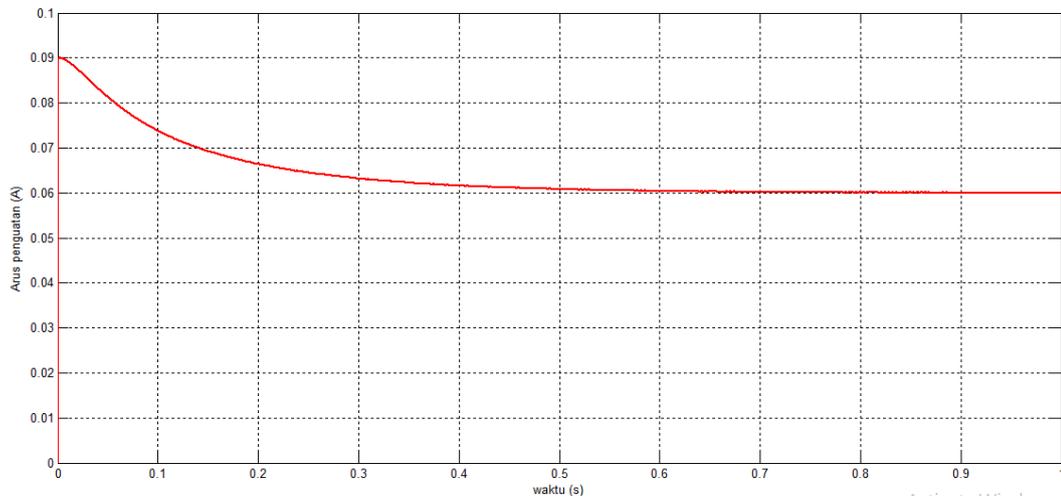
Gambar 4.14 Model Simulink motor arus searah penguatan sendiri *shunt* karakteristik pengaturan kecepatan

4.2.1.1 Hasil

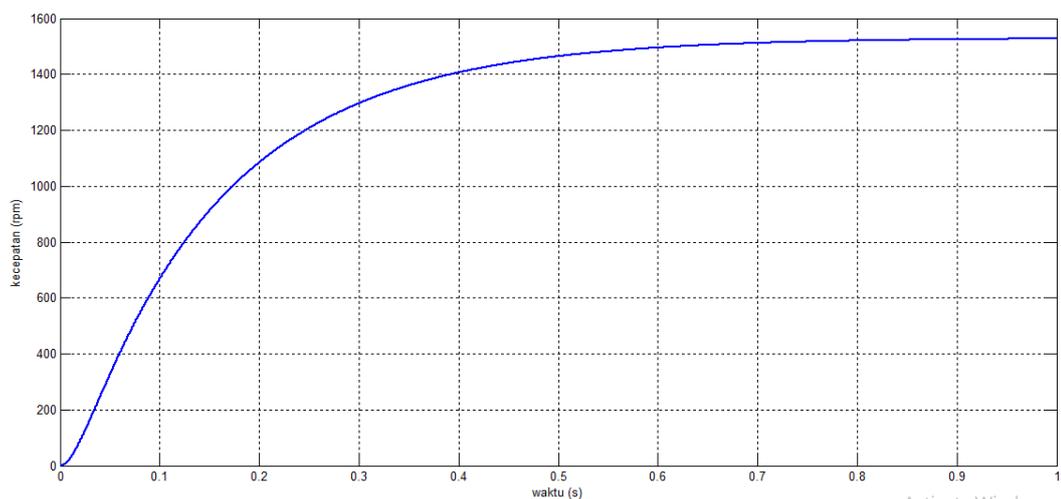
Pada karakteristik pengaturan kecepatan, yang ingin dilihat adalah hubungan antara kecepatan dengan arus penguatan [$n = f(I_f)$]. Untuk melihat karakteristik dari hubungan tersebut, maka parameter yang akan dicari adalah arus penguatan (I_f) dan kecepatan (n), dimana I_f berlaku sebagai variabel yang diubah-ubah untuk melihat nilai kecepatan. Tegangan input (V_t) yang digunakan adalah 20 Volt.

Gambar dibawah ini merupakan grafik hasil simulasi dari percobaan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*. Nilai yang dilihat dari parameter tersebut adalah nilai pada saat keadaan *steady state*. Nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam tabel. Ada 8 data yang akan dimasukkan dalam tabel dengan nilai arus

penguatan yang berbeda-beda. Berikut merupakan hasil simulasi pada saat diberi tahanan 0,06 A.



Gambar 4.15 Grafik arus penguatan karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*



Gambar 4.16 Grafik kecepatan pada karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*

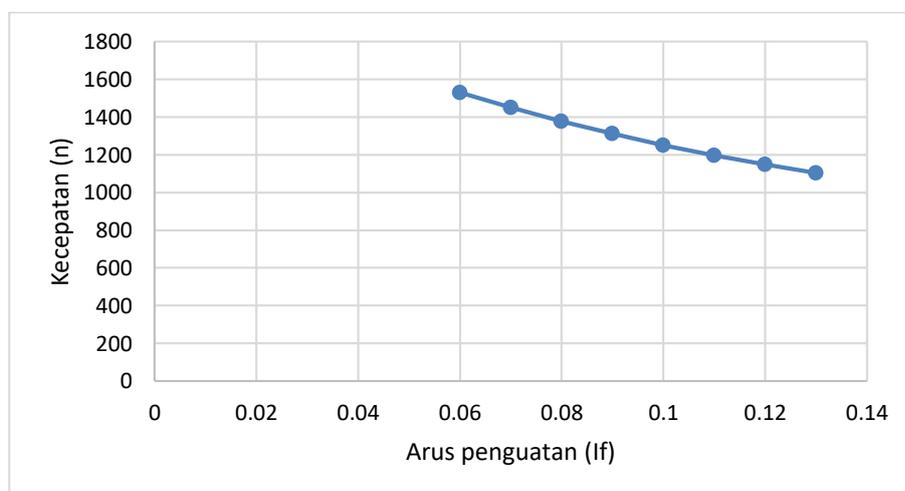
Gambar 4.15 menunjukkan kondisi arus penguatan pada motor yaitu 0,06 A sedangkan Gambar 4.16 menunjukkan nilai kecepatan motor saat diberi penguatan sebesar 0,06 A yaitu 1530 rpm . Nilai-nilai tersebut kemudian

dimasukkan ke tabel. Setelah melakukan 8 kali percobaan, maka didapat hasil sesuai dengan tabel yang ada dibawah ini.

Tabel 4.2 Data motor arus searah penguatan sendiri *shunt* karakteristik pengaturan kecepatan

No	n (rpm)	If (A)
1	1530	0,06
2	1450	0,07
3	1377	0,08
4	1312	0,09
5	1251	0,1
6	1197	0,11
7	1148	0,12
8	1102	0,13

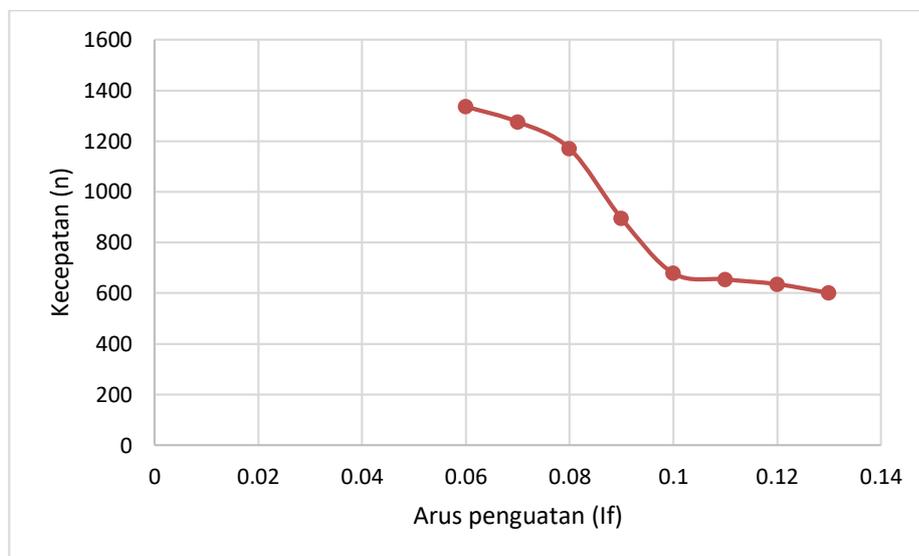
Berdasarkan pada tabel 4.2, maka dapat dilihat karakteristik pengaturan kecepatan yang terdapat pada motor arus searah penguatan sendiri *shunt* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.17 Grafik hubungan $n = f(I_f)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*

4.2.1.2 Pembahasan

Berdasarkan grafik hubungan $n = f(I_f)$ dari hasil simulasi karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt* seperti pada Gambar 4.17, dapat dilihat bahwa kenaikan arus penguatan pada motor *shunt* berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Semakin besar nilai arus penguatan maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Kondisi ini hampir sama dengan kondisi grafik yang dihasilkan oleh proses praktikum dilaboratorium. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.18 .



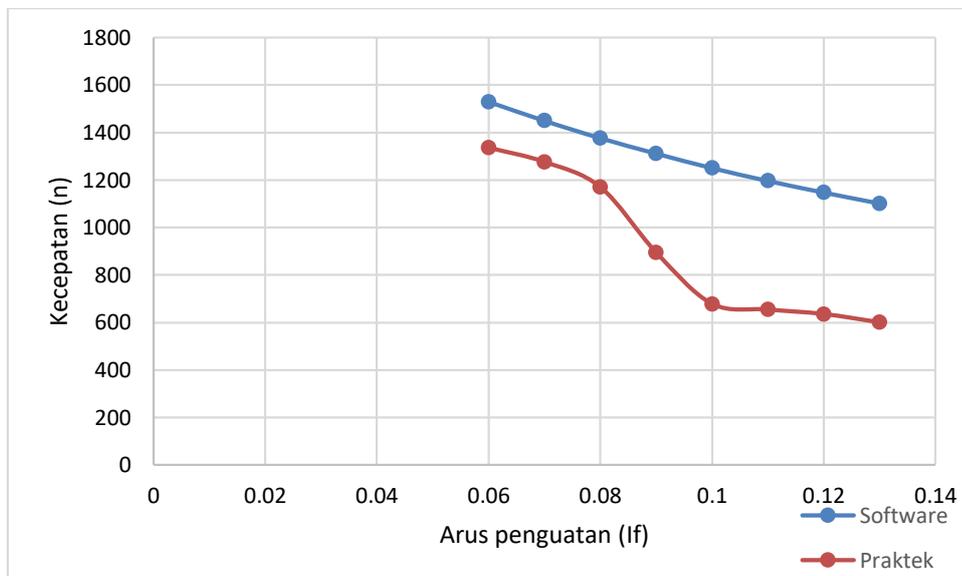
Gambar 4.18 Grafik hubungan $n = f(I_f)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt* pada praktikum

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa kecepatan berbanding terbalik dengan arus penguatan, terjadi penurunan nilai kecepatan pada saat nilai arus penguatan ditambah. Secara matematis, hal ini dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi}$$

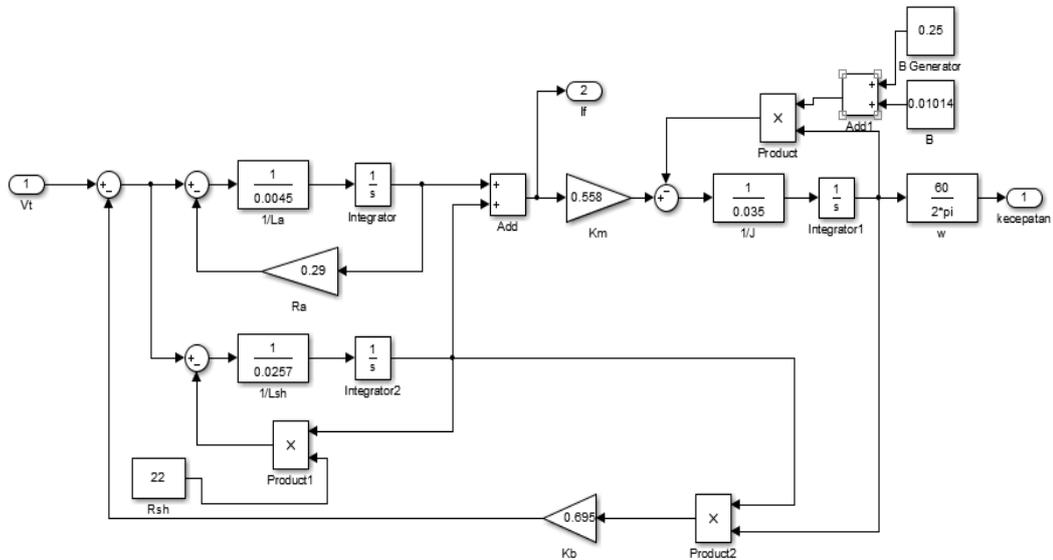
Dimana $I_f = f(\Phi)$

Semakin besar I_f maka semakin besar pula fluks yang dihasilkan sehingga membuat kecepatan menurun. Semakin besar I_f maka semakin kecil n yang dihasilkan. Namun grafik diatas memiliki perbedaan nilai yang cukup besar dengan hasil simulasi. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Grafik perbandingan hubungan $n = f(I_f)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt* secara praktek dan *software*

4.2.2 Karakteristik Pengaturan Tegangan

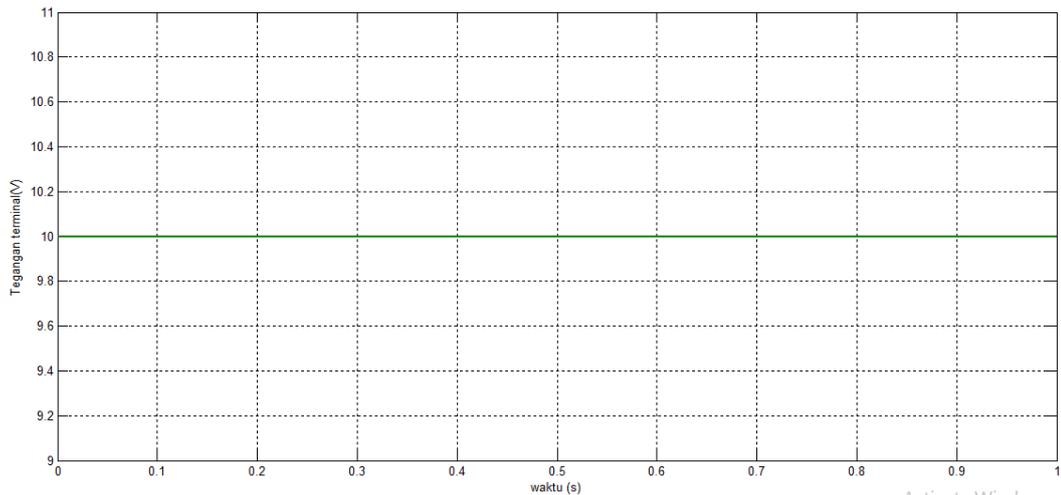


Gambar 4.20 model Simulink motor arus searah penguatan sendiri *shunt* karakteristik pengaturan tegangan

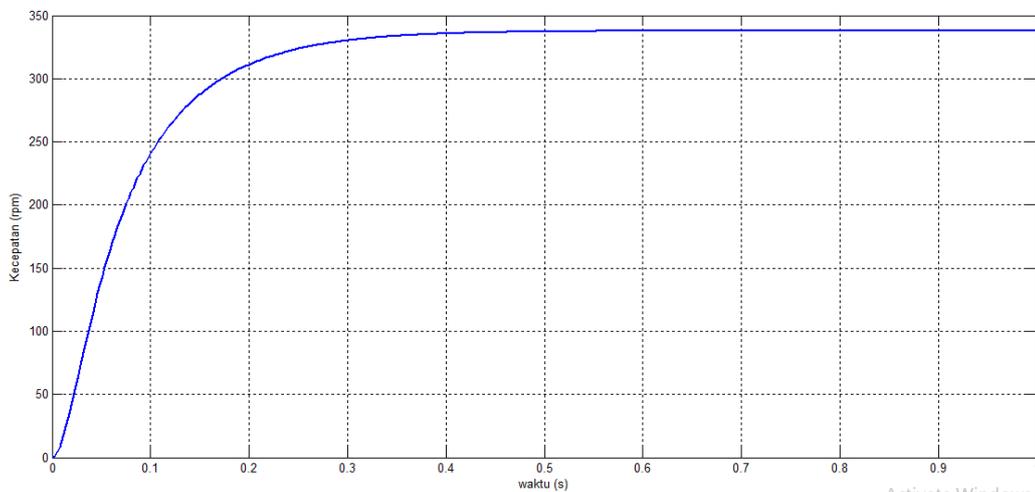
4.2.2.1 Hasil

Pada karakteristik pengaturan tegangan, yang ingin dilihat adalah hubungan antara kecepatan dengan tegangan input [$n = f(V_t)$]. Untuk melihat karakteristik dari hubungan tersebut, maka parameter yang dicari adalah tegangan input (V_t) dan kecepatan (n), dimana V_t berlaku sebagai variabel yang diubah-ubah untuk melihat nilai kecepataannya.

Gambar dibawah ini menunjukkan grafik hasil simulasi dari percobaan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*. Grafik ini menampilkan kondisi parameter V_t dan n . Nilai yang dilihat dari setiap parameter adalah nilai pada saat keadaan *steady state*. Nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam tabel. Ada 9 data yang akan dimasukkan dalam tabel dengan nilai tegangan yang berbeda-beda. Berikut merupakan hasil simulasi pada saat diberi tegangan input 10 Volt.



Gambar 4.21 Grafik tegangan input karakteristik pengaturan tegangan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*



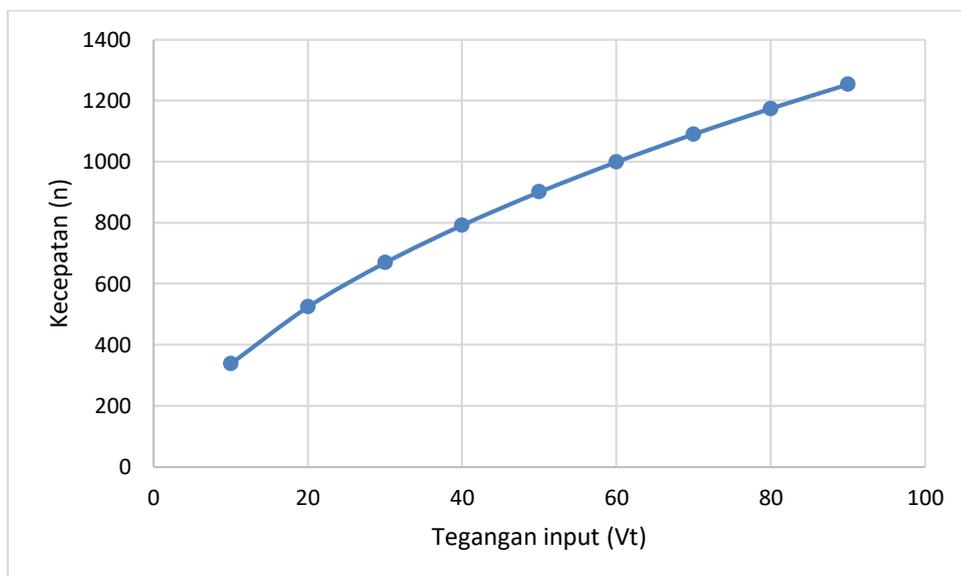
Gambar 4.22 Grafik kecepatan karakteristik pengaturan tegangan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*

Gambar 4.21 menunjukkan kondisi tegangan input pada motor. Nilainya adalah 10 Volt . Gambar 4.22 menunjukkan nilai kecepatan yang dihasilkan yaitu 337,9 rpm . Nilai-nilai tersebut kemudian dimasukkan ke tabel. Setelah melakukan 9 kali percobaan, maka didapatkan hasil sesuai dengan Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data motor arus searah penguatan sendiri *shunt* karakteristik pengaturan tegangan

No	Vt (Volt)	n (rpm)
1	10	337,9
2	20	523,8
3	30	668,5
4	40	791,3
5	50	899,8
6	60	998,1
7	70	1089
8	80	1173
9	90	1252

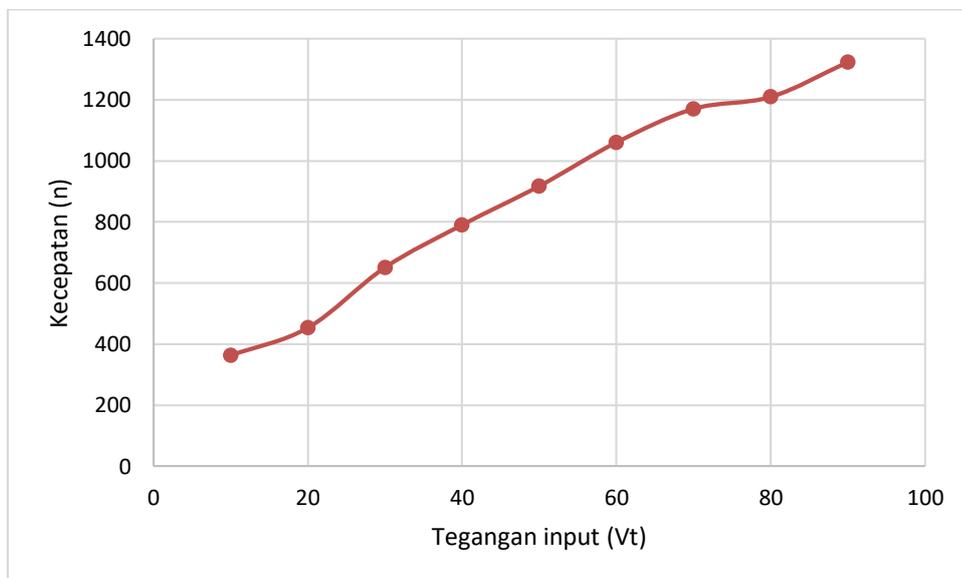
Berdasarkan pada tabel 4.3, maka dapat dilihat karakteristik pengaturan tegangan yang terdapat pada motor arus searah penguatan sendiri *shunt* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.23 Grafik hubungan $n = f(Vt)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt*

4.2.2.2 Pembahasan

Berdasarkan grafik hubungan $n = f(V_t)$ dari hasil simulasi karakteristik pengaturan tegangan motor arus searah penguatan sendiri *shunt* seperti pada Gambar 4.23, dapat dilihat bahwa kenaikan tegangan input pada motor *shunt* berbanding lurus dengan kecepatan yang dihasilkan. Semakin besar tegangan input yang diberikan maka putaran yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini seperti kondisi yang dihasilkan pada dihasilkannya pada proses praktikum di laboratorium. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.24.

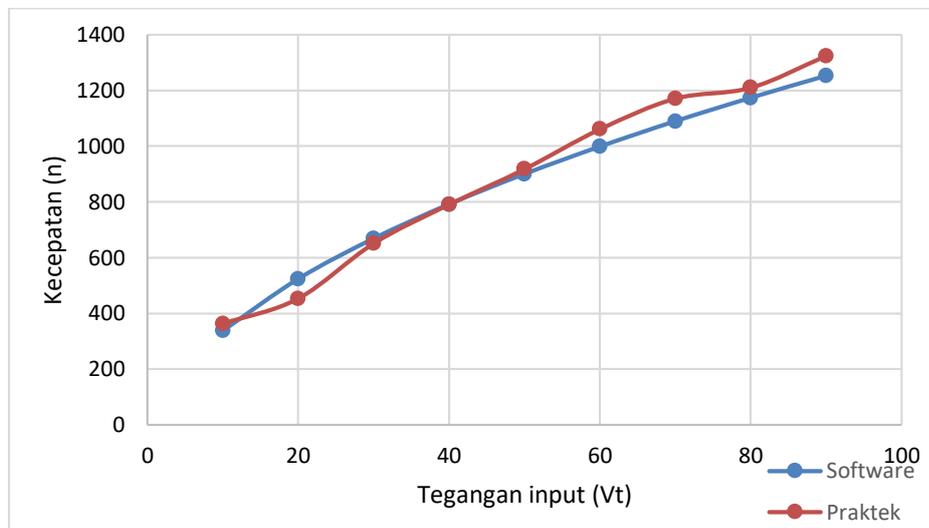


Gambar 4.24 Grafik hubungan $n = f(V_t)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan sendiri *shunt* pada praktikum

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa kecepatan berbanding lurus dengan tegangan input, terjadi kenaikan nilai kecepatan pada saat nilai tegangan input ditambah. Secara matematis, hal ini dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi}$$

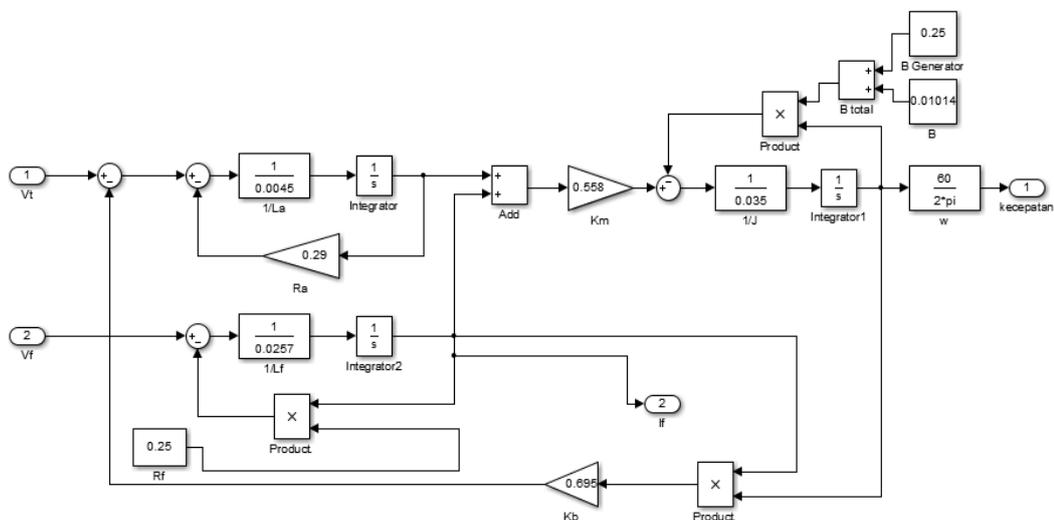
Dimana semakin besar nilai V_t maka nilai n yang dihasilkan juga semakin besar. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Grafik perbandingan hubungan $n = f(V_t)$ karakteristik pengaturan tegangan motor arus searah penguatan sendiri *shunt* secara praktek dan *software*

4.3 Motor Arus Searah Penguatan Terpisah

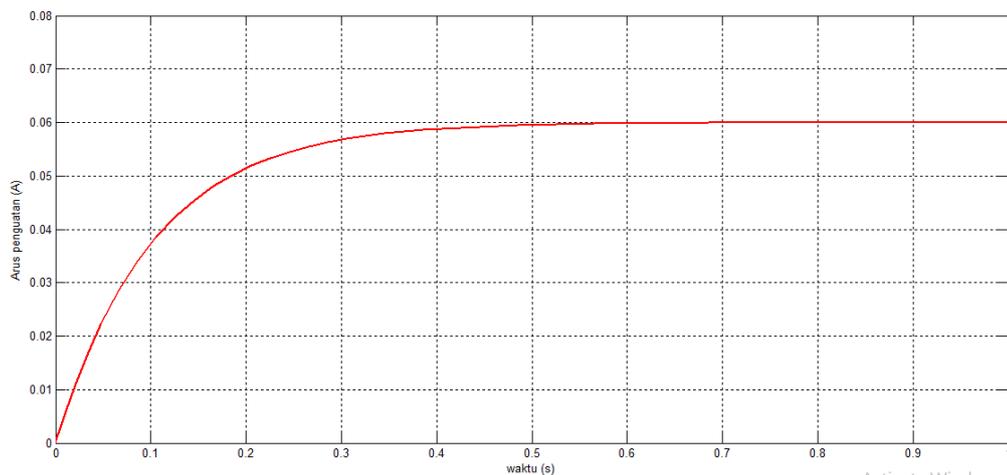
4.3.1 Karakteristik Pengaturan Kecepatan



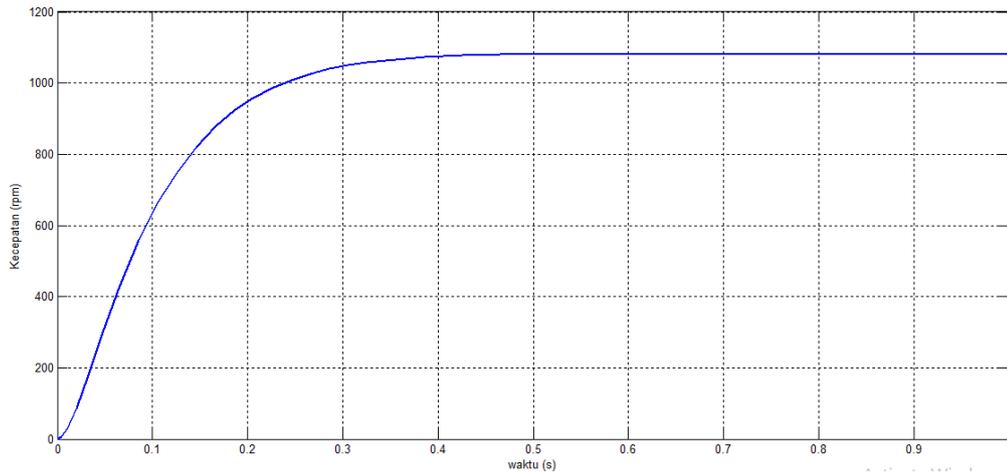
Gambar 4.26 Model Simulink motor arus searah penguatan terpisah karakteristik pengaturan kecepatan

4.3.1.1 Hasil

Pada karakteristik pengaturan kecepatan, yang dilihat adalah hubungan antara kecepatan dengan arus penguatan [$n = f(I_f)$]. Untuk melihat karakteristik dari hubungan tersebut, maka parameter yang akan dicari adalah arus penguatan (I_f) dan Kecepatan (n), dimana I_f berlaku sebagai variabel yang diubah-ubah untuk melihat nilai kecepatannya. Untuk mengubah-ubah I_f maka Tegangan penguatan (V_f) diatur hingga mendapat nilai I_f yang diinginkan. Tegangan input (V_t) yang digunakan adalah 20 Volt. Gambar dibawah merupakan grafik hasil simulasi dari percobaan motor arus searah penguatan terpisah. Nilai yang dilihat dari setiap parameter adalah nilai pada saat keadaan *steady state*. Nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tabel. Ada 8 data yang nanti akan dimasukkan dalam tabel. Berikut merupakan hasil simulasi pada saat I_f adalah 0,06 A.



Gambar 4.27 Grafik arus penguatan karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan terpisah



Gambar 4.28 Grafik kecepatan karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan terpisah

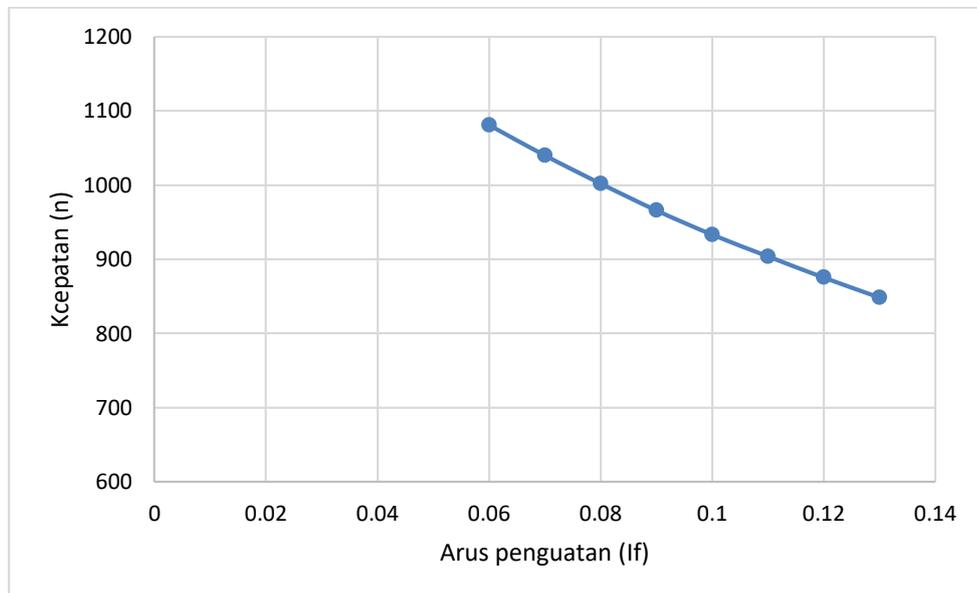
Gambar 4.27 menunjukkan kondisi arus penguatan yaitu sebesar 0,06 A . Gambar 4.28 menunjukkan nilai kecepatan yang dihasilkan ketika arus penguatan sebesar 0,06 A yaitu 1081 rpm . Nilai-nilai tersebut kemudian dimasukkan ke tabel. Setelah melakukan 8 kali percobaan, maka didapatkan hasil sesuai dengan tabel yang ada dibawah ini.

Tabel 4.4 Data motor arus searah penguatan terpisah karakteristik pengaturan kecepatan

No	n (rpm)	If (A)
1	1081	0,06
2	1040	0,07
3	1002	0,08
4	965,8	0,09
5	933,2	0,1

6	903,9	0,11
7	875,3	0,12
8	848,4	0,13

Berdasarkan pada tabel 4.4 diatas, maka dapat dilihat karakteristik pengaturan kecepatan yang terdapat pada motor arus searah penguatan terpisah yaitu antara kecepatan dengan arus penguatan dapat dilihat pada gambar yang ada dibawah ini :



Gambar 4.29 Grafik hubungan $n = f(I_f)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan terpisah

4.3.1.2 Pembahasan

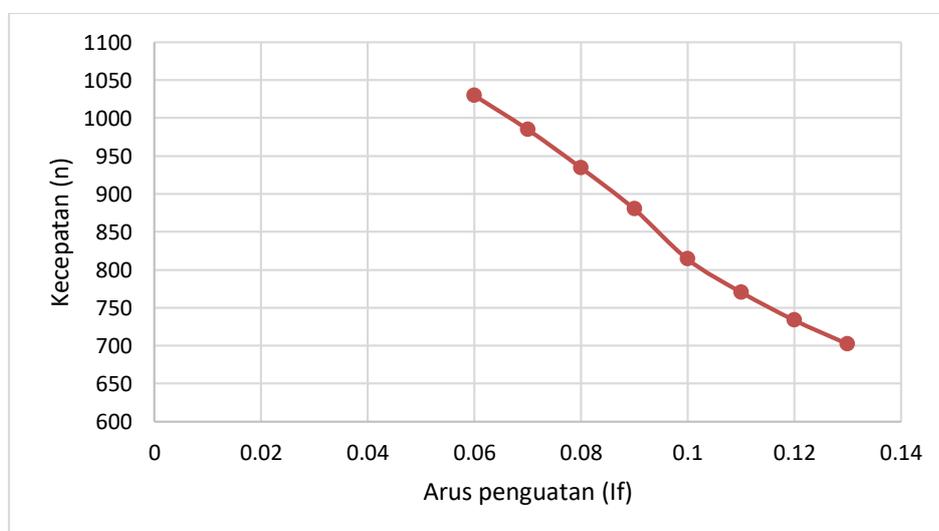
Berdasarkan grafik hubungan $n = f(I_f)$ dari hasil simulasi karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan terpisah pada Gambar 4.29,

dapat dilihat bahwa kenaikan arus penguatan pada motor terpisah berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Semakin besar nilai arus penguatan maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Secara matematis, hal ini dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi}$$

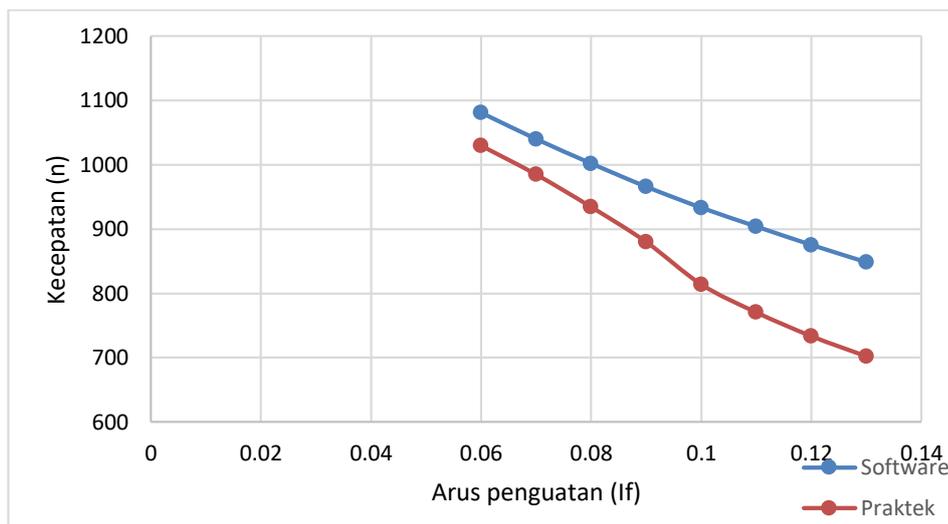
Dimana : $I_f = f(\Phi)$

Semakin besar I_f maka semakin besar pula fluks yang dihasilkan sehingga membuat kecepatan menurun. Semakin besar I_f maka semakin kecil n yang dihasilkan. Dimana arus penguatan (I_f) merupakan fungsi dari *fluks magnetic* (Φ), semakin besar I_f maka semakin besar pula *fluks* yang dihasilkan. Pada saat kondisi tegangan input tetap dengan fluks yang selalu bertambah, maka putaran yang dihasilkan akan menurun. Hal ini seperti kondisi yang dihasilkan pada dihasilkan pada proses praktikum dilaboratorium. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.30.



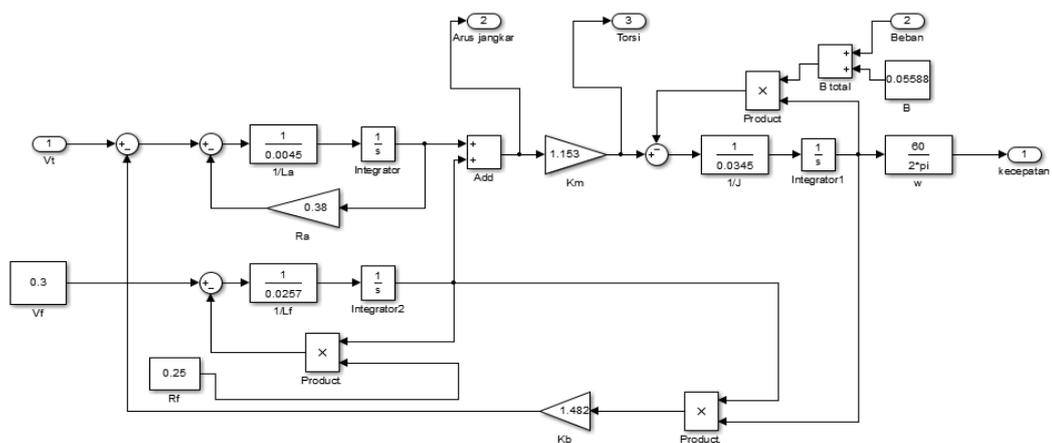
Gambar 4.30 Grafik hubungan $n = f(Vt)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan terpisah pada praktikum

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa kecepatan berbanding terbalik dengan arus penguatan, terjadi penurunan nilai kecepatan pada saat nilai arus penguatan ditambah. Namun masih terdapat beberapa perbedaan nilai antara hasil simulasi dengan hasil praktikum. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Grafik perbandingan hubungan $n = f(I_f)$ karakteristik pengaturan kecepatan motor arus searah penguatan terpisah secara praktek dan *software*

4.3.2 Karakteristik Pembebanan



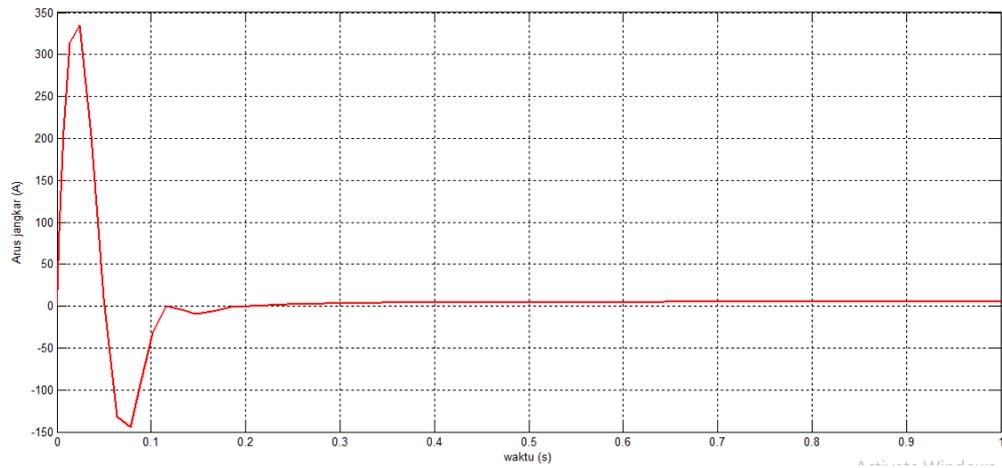
Gambar 4.32 Model simulink motor arus searah penguatan terpisah karakteristik pembebanan

4.3.2.1 Hasil

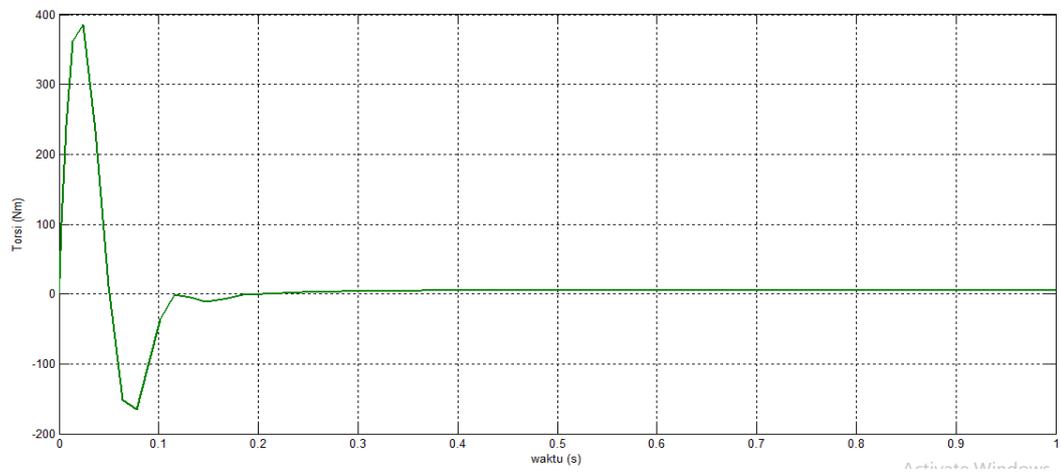
Pada karakteristik pembebanan, hubungan yang akan dilihat antara lain :

1. $n = f(I_a)$
2. $n = f(T)$
3. $T = f(I_a)$

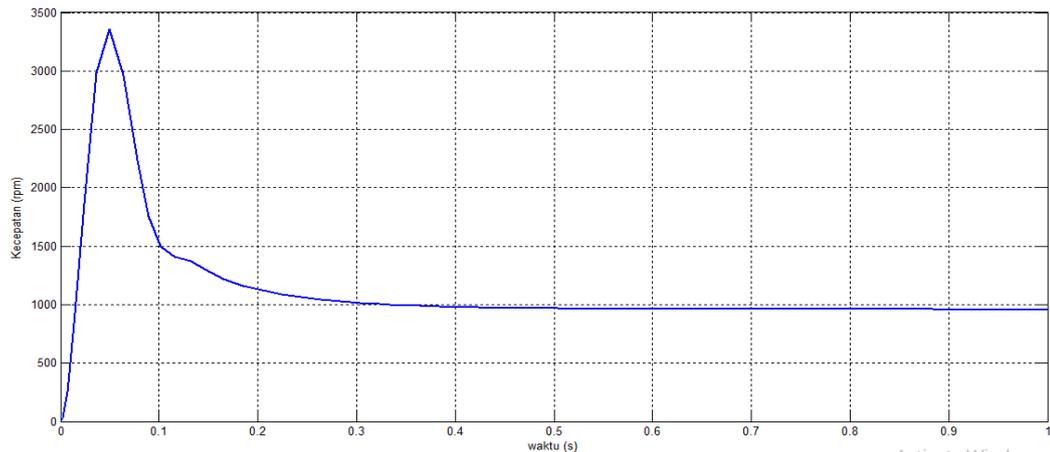
Untuk melihat karakteristik dari tiga hubungan diatas, maka parameter yang akan dicari adalah arus jangkar (I_a), Torsi (T), dan Kecepatan (n) sedangkan parameter yang berlaku sebagai variabel adalah beban. Dalam percobaan ini beban yang digunakan adalah beban listrik (*Watt*), karena pada proses praktikum motor dikopel dengan generator. Daya yang dihasilkan oleh generator menjadi parameter beban pada simulasi. Tegangan input (V_t) yang digunakan adalah 180 Volt. Gambar dibawah merupakan grafik hasil simulasi dari percobaan motor arus searah penguatan sendiri seri. Grafik ini menampilkan kondisi parameter yang dicari terhadap waktu (s) . Nilai yang dilihat dari setiap parameter adalah nilai pada keadaan *steady state*. Nilai tersebut akan dimasukkan kedalam tabel kemudian dibuat grafik perbandingan antara parameter yang dicari untuk melihat karakteristik pembebanannya. Ada 9 data yang akan dimasukkan dalam tabel dengan nilai beban yang berbeda-beda. Berikut merupakan hasil simulasi pada saat beban 0.



Gambar 4.33 Grafik arus Jangkar karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah



Gambar 4.34 Grafik torsi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah



Gambar 4.35 Grafik kecepatan karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah

Gambar 4.33 menunjukkan kondisi arus jangkar pada saat motor diberikan beban sebesar 0 Watt. Nilai yang dihasilkan adalah 4,86 A . Gambar 4.34 menunjukkan nilai torsi yaitu 5,61 Nm. Gambar 4.35 menunjukkan nilai kecepatan yaitu 959,1 rpm . Rata-rata ketiga parameter tersebut mengalami keadaan *steady state* pada 0,5 s. Nilai-nilai tersebut kemudian dimasukkan ke tabel. Setelah melakukan 9 kali percobaan, maka didapatkan hasil sesuai dengan tabel yang ada dibawah ini.

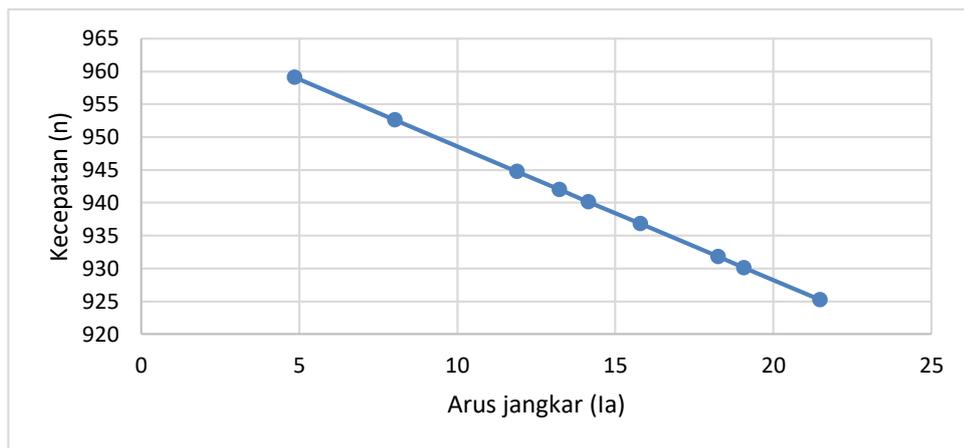
Tabel 4.5 Data motor arus searah penguatan terpisah karakteristik pembebanan

No	Beban (Watt)	n (rpm)	Ia (A)	T (Nm)
1	0	959,1	4,86	5,61
2	0,037	952,6	8,034	9,26
3	0,083	944,7	11,91	13,74
4	0,099	942	13,25	15,28
5	0,11	940,1	14,16	16,33
6	0,13	936,8	15,81	18,23
7	0,16	931,8	18,27	21,06

8	0,17	930,1	19,08	22
9	0,2	925,2	21,5	24,79

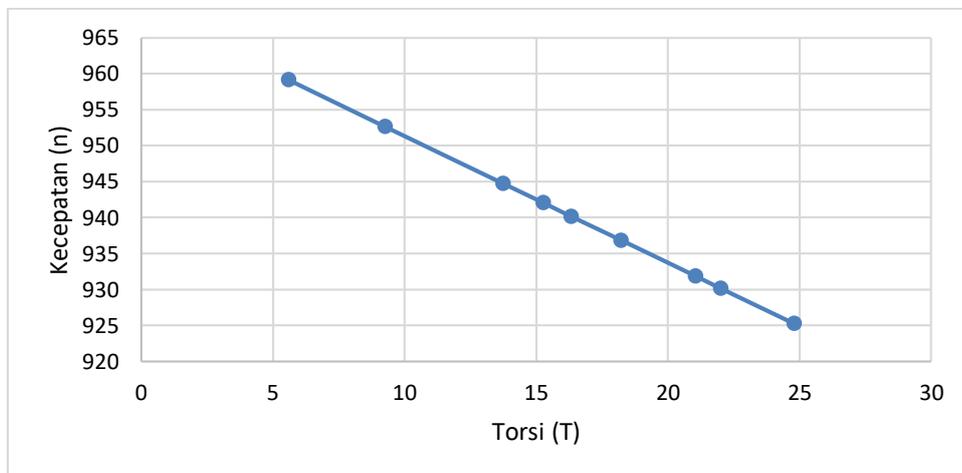
Berdasarkan pada tabel 4.5, maka dapat dilihat karakteristik pembebanan yang terdapat pada motor arus searah penguatan terpisah adalah sebagai berikut:

1. $n = f(I_a)$



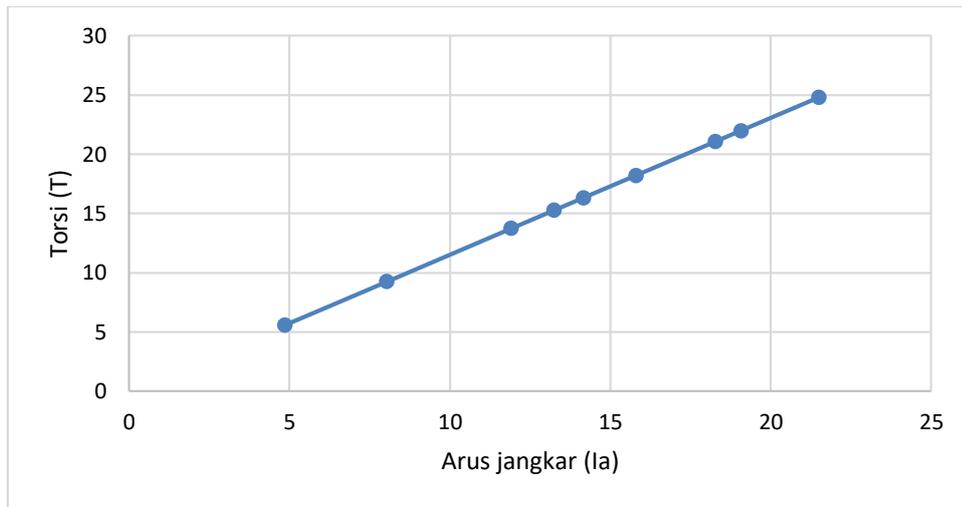
Gambar 4.36 Grafik hubungan $n = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah

2. $n = f(T)$



Gambar 4.37 Grafik hubungan $n = f(T)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah

3. $T = f(I_a)$



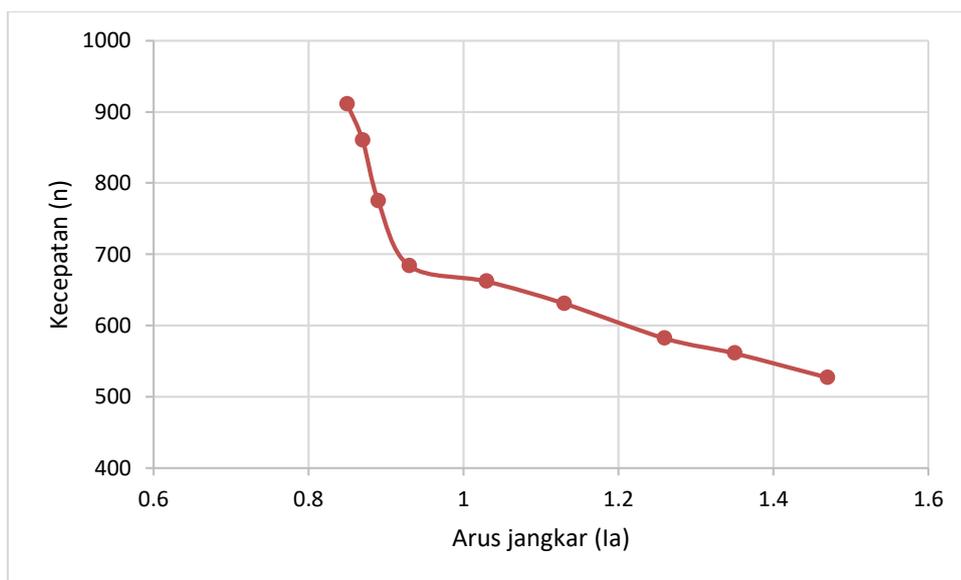
Gambar 4.38 Grafik hubungan $T = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah

4.3.2.2 Pembahasan

Berdasarkan ketiga grafik diatas, dapat dilihat karakteristik pembebanan pada motor penguatan terpisah. Pada grafik hubungan $n = f(I_a)$ dari hasil simulasi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah seperti pada Gambar 4.35, dapat dilihat bahwa kenaikan arus jangkar pada motor berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Semakin besar nilai arus jangkar maka putaran yang dihasilkan oleh motor semakin kecil. Kondisi ini hampir sama dengan karakteristik pembebanan yang dihasilkan oleh motor seri. Secara matematis, hal ini dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

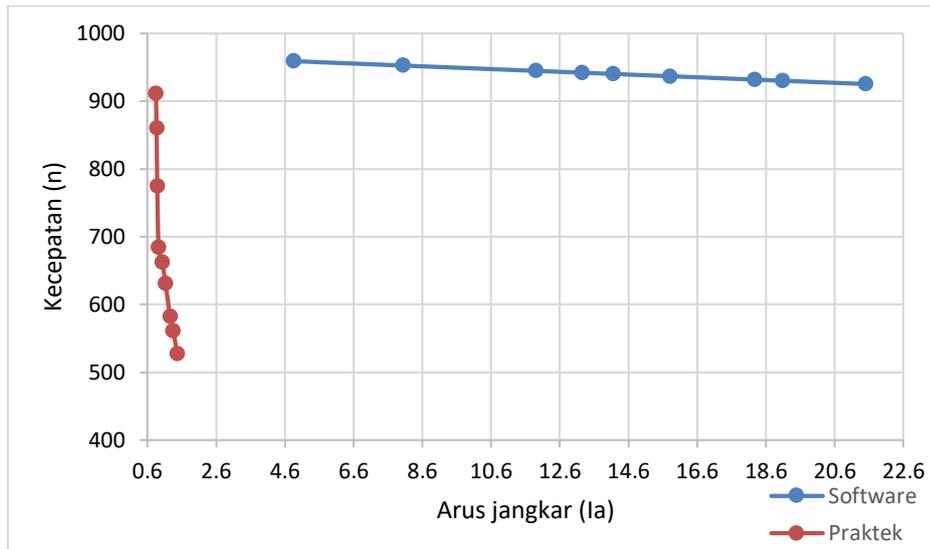
$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi}$$

Dimana semakin besar I_a maka semakin kecil n yang dihasilkan. Pada saat kondisi tegangan input tetap dengan arus jangkar yang selalu bertambah, maka putaran yang dihasilkan akan menurun. Pada percobaan yang dilakukan dilaboratorium, grafik yang dihasilkan memiliki kondisi yang sama dengan hasil simulasi. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4.39 Grafik hubungan $n = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah pada laboratorium

Dapat dilihat bahwa karakteristik yang dihasilkan memiliki kondisi yang sama yaitu semakin besar nilai arus jangkar maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Namun, kedua grafik memiliki perbedaan nilai yang cukup besar. Hal ini bias saja dipengaruhi oleh hasil percobaan dilaboratorium dikarenakan peralatan yang digunakan sudah kurang bagus. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.40.

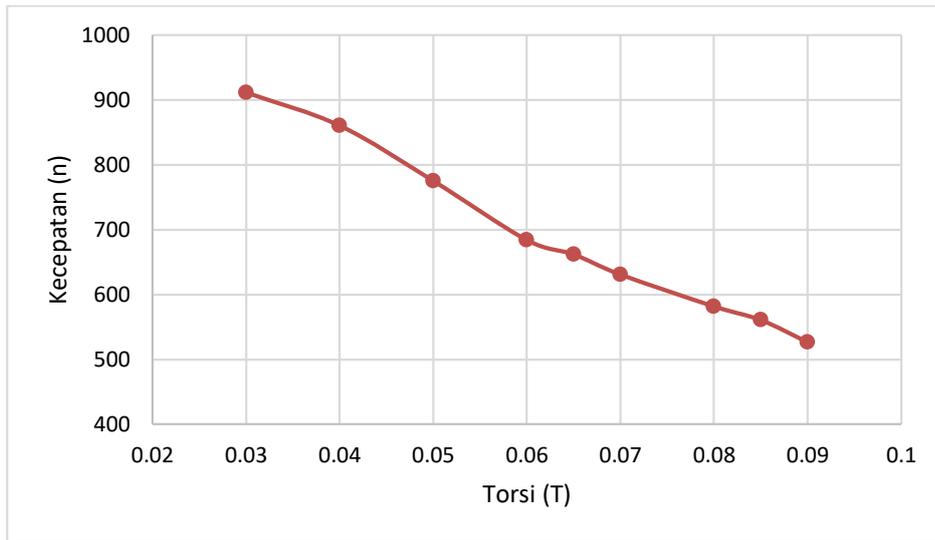


Gambar 4.40 Grafik perbandingan hubungan $n = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah secara praktek dan *software*

Pada grafik hubungan $n = f(T)$ dari hasil simulasi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah seperti pada Gambar 4.37, dapat dilihat bahwa kenaikan torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Semakin besar nilai torsi maka putaran yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada persamaan yang ada dibawah ini :

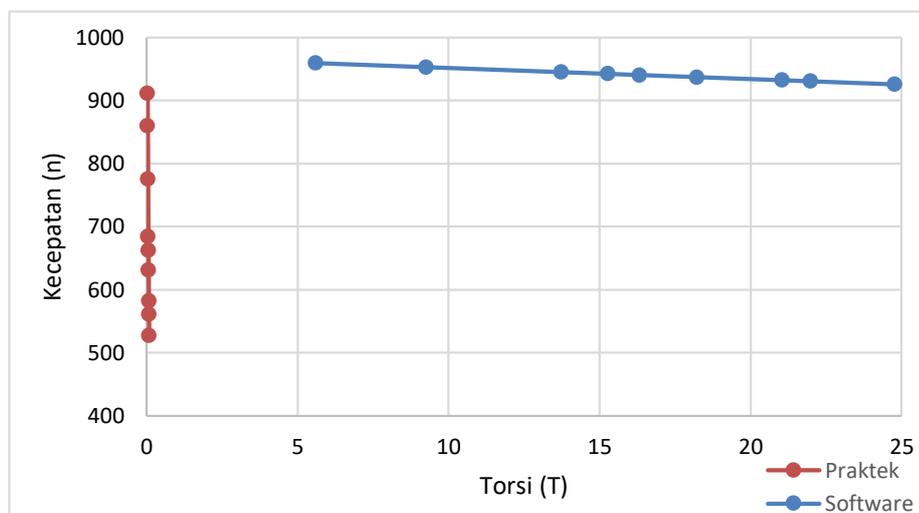
$$T = K_m \cdot I_a$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa kenaikan arus akan mempengaruhi torsi yang dihasilkan . Semakin besar I_a maka semakin besar pula T yang dihasilkan. Dimana kenaikan arus jangkar akan mempengaruhi nilai kecepatan. Maka kenaikan nilai torsi juga akan membuat terjadinya penurunan nilai kecepatan pada motor. Kondisi ini sama dengan grafik yang dihasilkan pada proses praktikum. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.41.



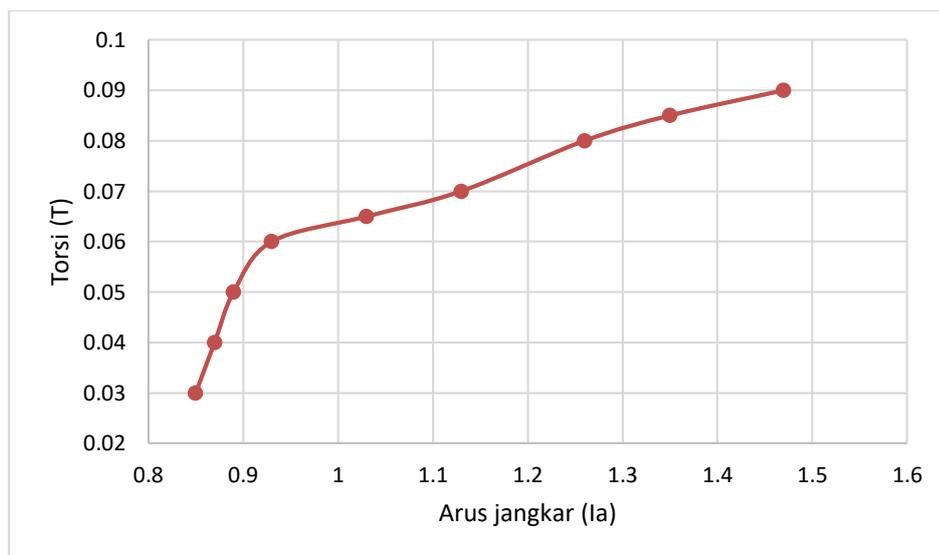
Gambar 4.41 Grafik hubungan $n = f(T)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah pada laboratorium

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa terjadi penurunan nilai kecepatan pada saat torsi bertambah. Grafik diatas memiliki perbedaan nilai yang cukup besar dengan hasil simulasi. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.42.



Gambar 4.42 Grafik perbandingan hubungan $n = f(T)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah secara praktek dan *software*

Pada grafik hubungan $T = f(I_a)$ dari hasil simulasi karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah seperti pada Gambar 4.38, dapat dilihat bahwa kenaikan torsi berbanding lurus dengan kenaikan arus jangkar. Semakin besar nilai arus jangkar maka torsi yang dihasilkan juga semakin besar. Kondisi ini sama dengan grafik yang dihasilkan pada proses praktikum. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.43.



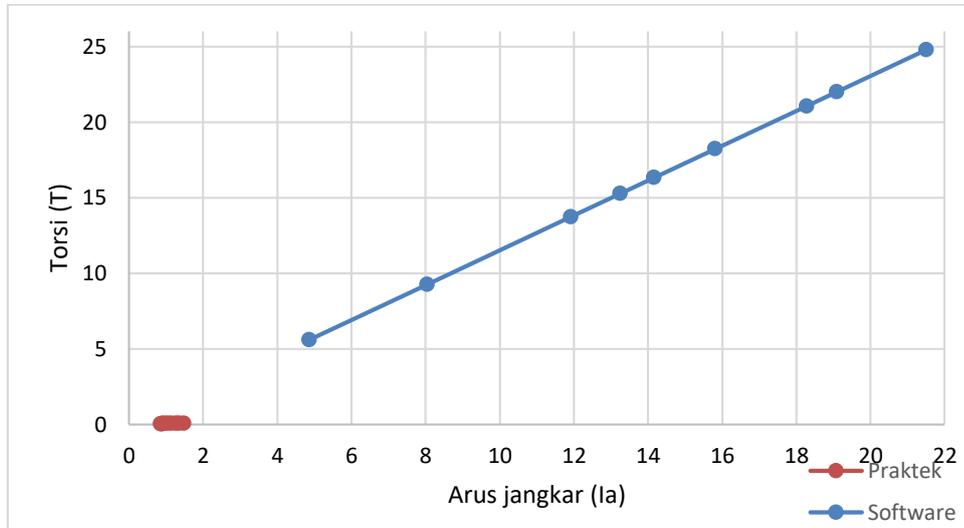
Gambar 4.43 Grafik hubungan $T = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan terpisah pada laboratorium

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa terjadi kenaikan nilai torsi pada saat arus jangkar bertambah. Hal ini dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$T = K_m \cdot I_a$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa kenaikan arus akan mempengaruhi torsi yang dihasilkan . Semakin besar I_a maka semakin besar pula t yang dihasilkan. Namun grafik diatas memiliki perbedaan nilai yang cukup besar

dengan hasil simulasi. Perbandingan grafik yang dihasilkan antara praktek dengan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.44.



Gambar 4.44 Grafik perbandingan hubungan $T = f(I_a)$ karakteristik pembebanan motor arus searah penguatan sendiri seri secara praktek dan software