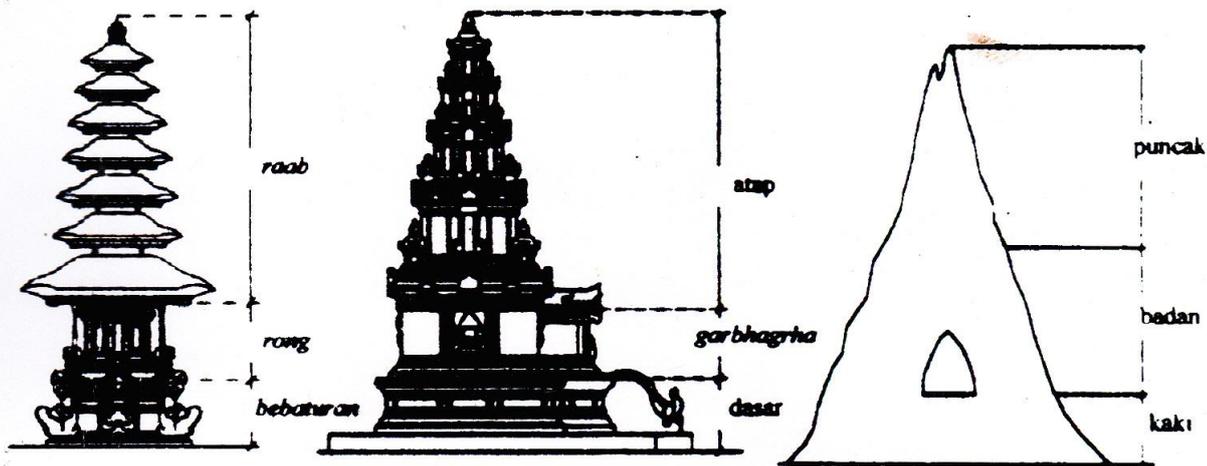


ISSN : 1693 – 6191

JURNAL TEKNIK



Volume 7, No.2. Desember 2009

Diterbitkan oleh:
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

JURNAL TEKNIK

Volume 7, No. 2, Desember 2009 – ISSN : 1693 – 6191

- Pengarah** : Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
- Penanggung Jawab** : Pembantu Dekan I Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
- Ketua** : Rifadli Bahsuan, ST, MT.
Sekretaris : Irwan Wunarlan, ST, MSi.
Bendahara : Marike Mahmud, S.T., M.Si.
Anggota : Yuliyanti Kadir, ST, MT.
Yasin Muhamad, ST, MT.
Darwis Hineho, ST, MT.
L. Ningrayati Amali, S.Kom, M.Kom.
Hasmah, S.Pd.
Harley Rizal Lihawa, ST, MT.
- Reviewer untuk Edisi ini** : Drs. M. Rifai Katili, M.Kom.

Harley R. Lihawa, ST, MT
Sri Wahyuni Dali, ST, MT
Yuliyanti Kadir, ST, MT
L. Ningrayati Amali, S.Kom, M.Kom.
- Pelaksana Tata Usaha** : Alexander Badjuka, A.M.d.
Charles Mopangga, S.Pd.
Laswi Kamali, A.Md.
Sri Ninang Hadjrati, A.Md.
-

JURNAL TEKNIK adalah jurnal ilmiah Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Jurnal ini diterbitkan sebagai wadah komunikasi ilmiah penyebar luasan hasil-hasil penelitian, maupun kajian ilmiah di dalam bidang Teknik Sipil, Teknik Elektro, Teknik Informatika, Teknik Kriya, Teknik Arsitektur, dan Teknik Industri serta bidang teknik terkait lainnya. Jurnal terbuka bagi civitas akademika Universitas Negeri Gorontalo, maupun masyarakat akademis pada umumnya, dan diterbitkan setiap bulan Juni dan Desember. Terbit pertama kali pada bulan Juni 2003.

Redaksi berhak menetapkan tulisan yang akan dimuat, mengadakan perubahan susunan naskah, memperbaiki bahasa, meminta penulis untuk memperbaiki naskah, dan menolak naskah yang tidak memenuhi syarat.

ALAMAT REDAKSI

JURNAL TEKNIK, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Gorontalo - 96128

Telp. (0435) 821125 Pes. 281; Fax.: (0435) 821752 atau (0435) 821183

e-mail: rifadli_b03@yahoo.com atau wunarlan72@gmail.com

DAFTAR ISI

Volume 7, No. 2, Desember 2009 – ISSN : 1693 – 6191

Pemaknaan Rong Pada Bangunan Suci Tradisional Bali I Nyoman Widya Paramadhyaksa	83
Simulasi Sistem Persediaan Dalam Kondisi Probabilistik TriKandi Lasalewo	95
Evaluasi Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kota Gorontalo Aryati Alitu	107
Tinjauan Penurunan Konsolidasi Pada Lokasi <i>Runway</i> Bandar Udara Perintis Kabupaten Pohuwato Fadly Achmad	121
Analisis Keunggulan Kompetitif Restoran Pujasera Kota Gorontalo Irwani Wunarian	131
Langgam Vernakular Pada Rumah <i>Budel</i> Berbentuk Panggung Di Gorontalo (Era 1890 – 1930) Nurmaningsih Nico Abdul	143
Studi Pergeseran Fungsi Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Tata Ruang Di Kecamatan Kota Utara Kota Gorontalo Lydia Suriyani Tatura	153
Aplikasi Sistem Image Retrieval Menggunakan Fitur Warna Tajuddin Abdillah	164
Sony Playstation Portable Dengan Tampilan Layar Hologram 3d Rampi Yusuf	173
Perbaikan Tegangan Bus Akibat Gangguan Kontingensi Dengan Menggunakan Injeksi Sumber Daya Reaktif Yasin Mohamad	183
Konsep Penerapan <i>Knowledge Management</i> Di Lingkungan Akademik Muhammad Rifai Katili	192
Pemodelan Dan Pengendalian Motor Listrik Tipe Dripproof Lanto Mohamad Kamil Amali	205
Analisa Ketersediaan Armada Pengangkutan Persampahan Di Kabupaten Gorontalo Arfan Utiahman	217

Sistem Pakar Untuk Subnetting Pada Pengalamatan Ip Address
Mukhlisulfatih Latief 228

Dem Parit Upaya Antisifatif Pengendalian Banjir Di Kota Gorontalo
Darwis Hinclo 240

Daftar Intisari dan Abstrak Jurnal Teknik Vol. 7, No. 1, Juni 2009 251

Sampul Depan: Gambar Rong dan Garbhagrha sebagai pengejawantahan gua pada gunung (artikel halaman 90)

PEMODELAN DAN PENGENDALIAN MOTOR LISTRIK TIPE DRIPPROOF

Lanto Mohamad Kamil Amali¹

Intisatri

Program MATLAB merupakan salah satu modul yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik motor DC dalam bentuk model simulink. selain itu, karakteristik motor DC juga dapat direpresentasikan dalam beberapa jenis model, diantaranya: model fisik, model matematik (model nisbah alih dan ruang keadaan) dan model rangkaian listrik. Dengan menggunakan spesifikasi data motor DC type Dripproof serta dilakukan pengujian diperoleh nilai $\omega_n = 45,9428$ rad/sec dan $\xi = 0,4168$ dimana nilai $\xi < 1$, karakteristik motor tersebut kurang teredam.

Pada pengujian motor DC dengan memberikan tegangan jangkar nominal (E_{aNom}) secara langsung diperoleh karakteristik lonjakan arus dan kecepatan yang besar dimana hal ini dapat diredam dengan pengaturan dan pengendalian pada saat pengasutan (starting), pembebanan dan pengereman (stopping) motor DC.

Kata kunci : Program Matlab, Motor DC tipe Dripproof.

Abstract

MATLAB program is one of module which applied to figure DC motor characteristic in forms simulink model. besides, DC motor characteristic can also representation in some types model, among those: physical model, mathematical model (state chamber and switching ratio model) and electricity circuit model. By use of motor data specification DC Type Dripproof and also done by acquired examination $\omega_n = 45,9428$ rads / sec and $\xi = 0,4168$ where value $\xi < 1$, , the motor characteristic is underdamped.

On DC motor examination by gives nominal yoke tension ($E_{a Nom}$),) directly been gotten current gambol characteristic and big speed where it can be muffled by arrangement and operation upon starter (starting), imposition and moderation (stopping) DC motor .

Key word: Matlab program, DC motor Dripproof type

PENGANTAR

Motor arus searah (DC) pada dasarnya sama dengan mesin arus bolak-balik (AC), kecuali bahwa mesin arus searah mempunyai suatu komutator, yang berfungsi mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah. komponen utamanya terdiri dari tiga bagian, yakni:

1. Kumparan (belitan) jangkar yang terletak pada rotor
2. Kumparan (belitan) medan yang terletak pada stator, dan

¹ Lanto Mohamad Kamil Amali, ST, MT., Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo

3. celah udara antara kumparan jangkar dan kumparan medan.

Mesin DC dibedakan berdasarkan sumber penguatannya (*exciter*), Penggolongan Motor DC adalah sebagai berikut:

1. Motor DC berpenguatan bebas

Pada motor DC berpenguatan bebas, sumber penguatnya tersendiri, biasanya berupa sumber DC yang lain. Oleh karena itu, kumparan medannya terpisah (tidak memiliki hubungan listrik) dengan kumparan jangkarnya.

2. Motor DC berpenguatan sendiri

Motor DC berpenguatan sendiri tidak memiliki sumber penguat tersendiri. Kumparan medan dihubungkan dengan kumparan jangkar. Berdasarkan hubungan itu, motor DC berpenguatan sendiri dapat dibedakan menjadi:

a. Motor DC seri (kumparan medan seri dengan kumparan jangkar)

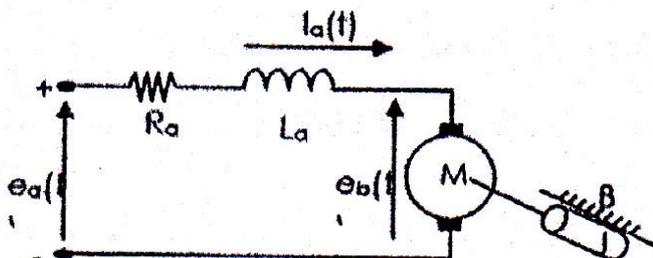
b. Motor DC shunt (kumparan medan paralel dengan kumparan jangkar)

Motor DC kompon (memiliki dua kumparan medan, dimana satu kumparan dihubung seri dengan kumparan jangkar, sedangkan kumparan lainnya dihubung paralel dengan kumparan jangkar). Jenis motor ini terbagi menjadi dua, yakni: motor DC kompon pendek dan motor DC kompon panjang.

TINJAUAN PUSTAKA

Model Fisik

Model fisik dari sebuah motor DC dapat digambarkan sebagai berikut:



Data Motor DC Terkendali Jangkar Merk U.S. Electrical Motors Type Dripproof yang diuji mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Electrical Motors Type Dripproof yang diuji

No	Parameter	Simbol	SSI	Nilai
1	Tegangan jangkar nominal	$E_a \text{ nom}$	Volt	240
2	Kecepatan nominal	$\omega \text{ nom}$	rad/s	183,167
3	Arus jangkar nominal	$I_a \text{ nom}$	Amp	70,5
4	Daya mekanik	P_{mek}	Watt	14920
5	Resistansi jangkar	R_a	Ω	0,176
6	Induktansi jangkar	L_a	H	0,005
7	Inersia	J	kg.m ² /rad	0,143
8	Beban (gesekan)	B	kg.m ² /s	0,445
9	Konstanta motor	K_m	N.m/Amp	1,155
10	Konstanta generator	K_b	Volt.s/rad	1,246
11.	Torsi Motor	T	N.m	81,46

Model Matematik

Dengan mengacu pada spesifikasi data diatas, maka motor tersebut dapat kita implementasikan secara "konseptual" dengan membuat model matematisnya.

Bagian elektrik: $e_a(t) - e_b(t) = L_a \frac{di_a(t)}{dt} + R_a i_a(t)$ (1)

Bagian mekanik: $T(t) = J \frac{d\omega(t)}{dt} + B \omega(t)$ (2)

Sifat motor: $T(t) = K_m i_a(t)$ (3)

Sifat generator: $e_b(t) = K_b \omega(t)$ (4)

Dengan menggunakan Transformasi Laplace, maka persamaan fungsi waktu diatas, dapat diubah menjadi persamaan Laplace:

Bagian elektrik: $E_a(s) - E_b(s) = L_a s I_a(s) + R_a I_a(s)$ (5)

Bagian mekanik: $T(s) = J s \omega(s) + B \omega(s)$ (6)

Sifat motor: $T(s) = K_m I_a(s)$ (7)

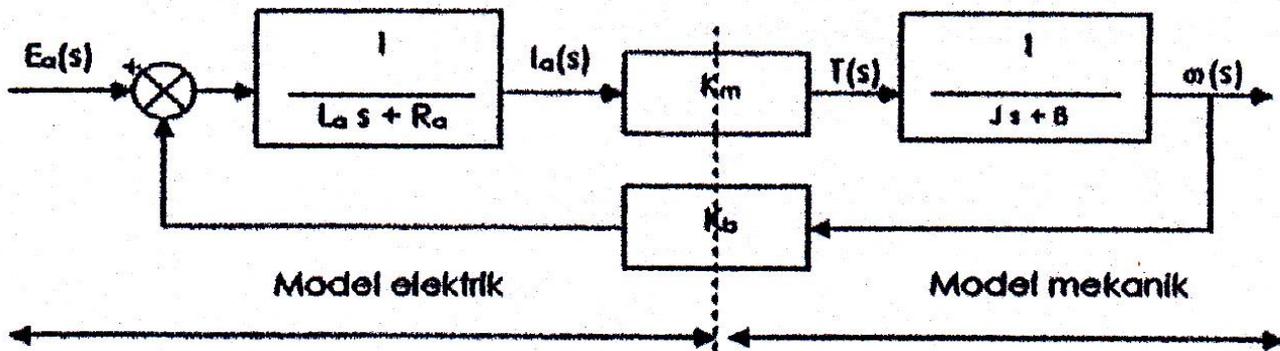
Sifat generator: $E_b(s) = K_b \omega(s)$ (8)

Model Nisbah Alih

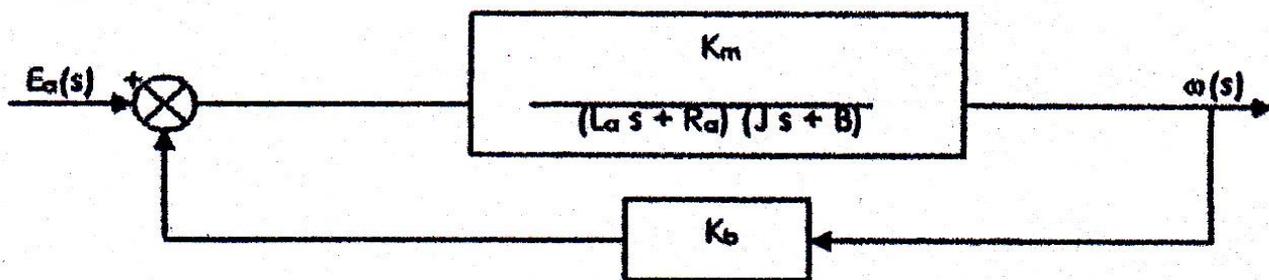
Dari persamaan (1) di atas, diperoleh: $\frac{I_a(s)}{E_a(s) - E_b(s)} = \frac{1}{L_a s + R_a}$

Sedangkan dari persamaan (2) diperoleh: $\frac{\omega(s)}{T(s)} = \frac{1}{J s + B}$

Dengan menggunakan hubungan-hubungan di atas, maka keseluruhan persamaan matematis Motor DC di atas dapat digambarkan dalam model nisbah alih dengan menggunakan bagan kotak seperti berikut ini:



Bagan kotak tersebut dapat disederhanakan menjadi:



Bentuk yang paling sederhana adalah:



dimana:

$$G(s) = \frac{\frac{K_m}{(L_a s + R_a)(J s + B)}}{1 + \frac{K_m \cdot B}{(L_a s + R_a)(J s + B)}} = \frac{K_m}{(L_a s + R_a)(J s + B) + K_m K_b}$$

$$= \frac{K_m}{L_a J s^2 + (B L_a + R_a J) s + R_a B + K_m K_b} = \frac{K_m / L_a J}{s^2 + \frac{B L_a + R_a J}{L_a J} s + \frac{R_a B + K_m K_b}{L_a J}}$$

$$\cong \frac{K_0}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

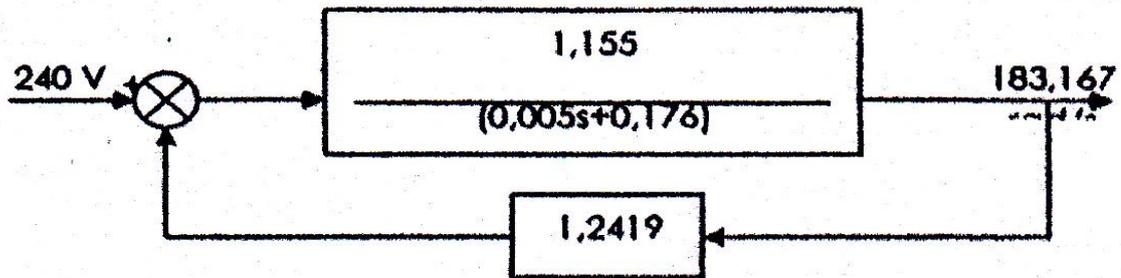
Jadi motor DC terkendali jangkar ini pada keadaan transient akan mengikuti karakteristik suatu sistem orde kedua (second order systems) dengan:

$$K_0 = \frac{K_m}{L_a J}$$

$$2\xi\omega_n = \frac{BL_a + R_a J}{L_a J}$$

$$\omega_n^2 = \frac{BR_a + K_m K_b}{L_a J}$$

Dengan menggunakan spesifikasi data Motor DC Terkendali Jangkar seperti pada bagian atas, maka diperoleh bagan kotak berikut :



Dari penjelasan sebelumnya diketahui bahwa:

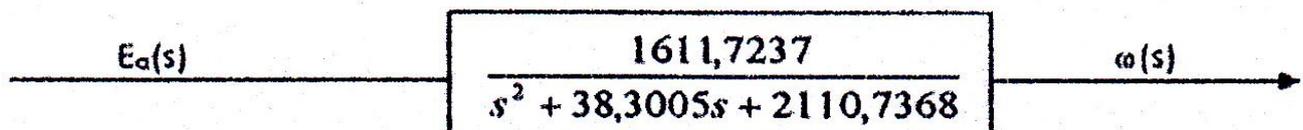
$$G(s) = \frac{K_0}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}, \text{ dimana:}$$

$$K_0 = \frac{K_m}{L_a J} = \frac{1,1548}{0,005 \times 0,1433} = 1611,7237 \text{ rad / H.A.sec}^2$$

$$2\xi\omega_n = \frac{R_a J + BL_a}{L_a J} = \frac{(0,176 \times 0,1433) + (0,4443 \times 0,005)}{0,005 \times 0,1433} = 38,3005$$

$$\omega_n^2 = \frac{BR_a + K_m K_b}{L_a J} = \frac{(0,4443 \times 0,176) + (1,1548 \times 1,2419)}{0,005 \times 0,1433} = 2110,7368 \text{ (rad/sec)}^2$$

Jadi fungsi alih motor DC tersebut adalah: $G(s) = \frac{1611,7237}{s^2 + 38,3005s + 2110,7368}$



Dari nilai-nilai parameter kendali di atas, dapat diperoleh nilai ω_n , ξ , ω_d , ϕ dan sebagai berikut:

$$\omega_n = \sqrt{2110,7368} = 45,9428 \text{ rad/sec}; \quad \xi = \frac{2\xi\omega_n}{2\omega_n} = \frac{38,3005}{2 \times 45,9428} = 0,4168$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} = 45,9428 \sqrt{1 - (0,4168)^2} = 41,7619 \text{ rad/s}$$

$$\phi = \cos^{-1} \xi = \cos^{-1}(0,4168) = 1,1409 \text{ rad}$$

Untuk mendapatkan persamaan fungsi waktu dari kecepatan dan arus jangkar motor DC, maka digunakan rujukan yang diperoleh dari Tabel Laplace, yakni:

$$1. \quad L^{-1} \frac{1}{s(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)} = \frac{1}{\omega_n^2} - \frac{1}{\omega_n \omega_d} e^{-\xi\omega_n t} \sin(\omega_d t + \phi)$$

$$2. \quad L^{-1} \frac{1}{(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)} = \frac{1}{\omega_d} e^{-\xi\omega_n t} \sin \omega_d t$$

Persamaan Fungsi Waktu Kecepatan

$$\omega(s) = G(s) \cdot E_a(s) = \frac{K_o}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \times \frac{E_{a \text{ nom}}}{s} = \frac{K_o \cdot E_{a \text{ nom}}}{s(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}$$

$$\text{Maka : } \omega(t) = K_o E_{a \text{ nom}} \left[\frac{1}{\omega_n^2} - \frac{1}{\omega_n \omega_d} e^{-\xi\omega_n t} \sin(\omega_d t + \phi) \right]$$

$$\omega(t) = 183,26003 - 201,6063 e^{-(19,14896)t} \sin(41,7619 t + 1,1409) \text{ rad/sec} \quad t \geq 0$$

Persamaan Fungsi Waktu Arus Jangkar

$$\text{Dari persamaan } \frac{\omega(s)}{I_a(s)} = \frac{K_m}{Js + B}, \text{ maka akan diperoleh persamaan akhir arus}$$

jangkar berikut:

$$I_a(s) = \frac{\frac{E_{a \text{ nom}}}{L_a J} (Js + B)}{s(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}$$

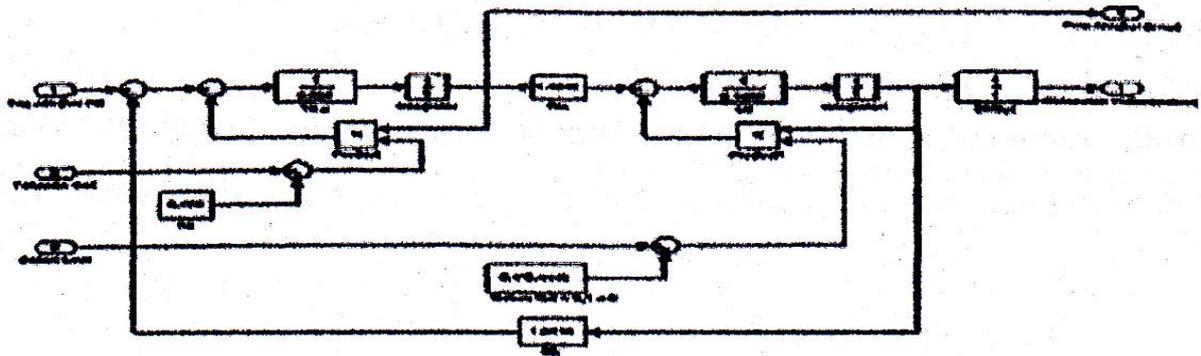
Dengan menggunakan tabel laplace, diperoleh persamaan $I_a(t)$ berikut:

$$I_a(t) = \frac{E_{a \text{ nom}}}{L_a} L^{-1} \frac{1}{(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)} + \frac{E_{a \text{ nom}} \cdot B}{L_a J} L^{-1} \frac{1}{s(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}$$

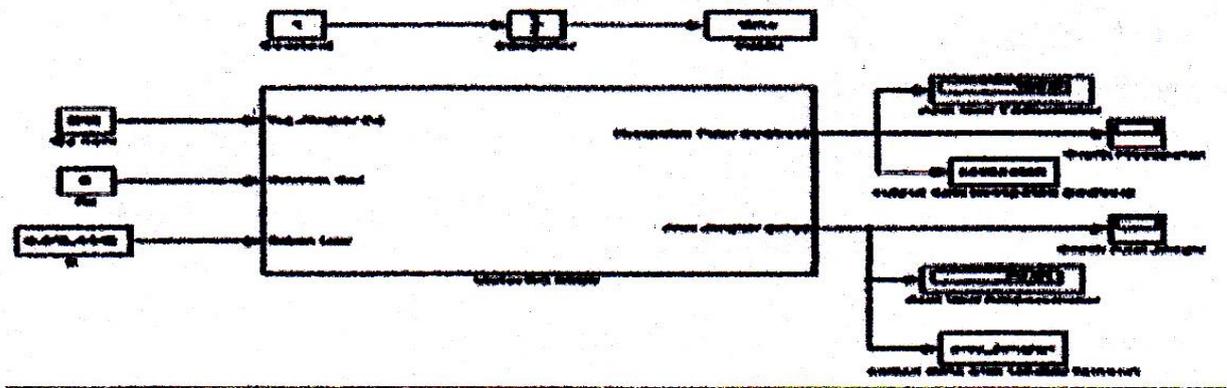
$$I_a(t) = 1149,37299 e^{-19,14896 t} \sin 41,7619 t + 70,50782 - 77,5664 e^{-19,14896 t} \sin(41,7619 t + 1,1409) \} A$$

Model Simulink

Selain model tersebut di atas, dapat digunakan model simulasi untuk mendapatkan karakteristis Motor DC. Salah satu software yang dapat digunakan adalah SIMULINK. Model tersebut dikembangkan dari model bagan kotak, sebagai berikut:

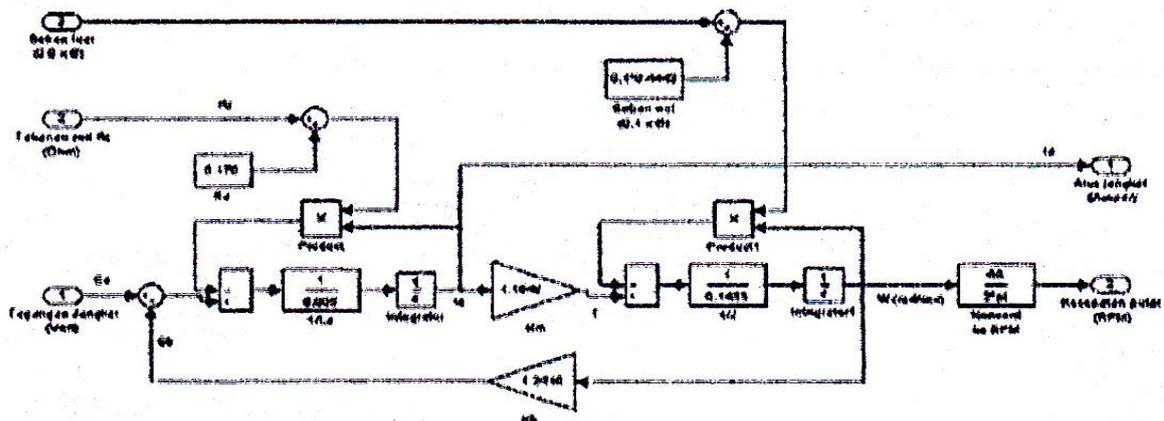


Model SIMULINK Motor DC tersebut akan dimasukkan dalam model sistem secara keseluruhan sebagai berikut:

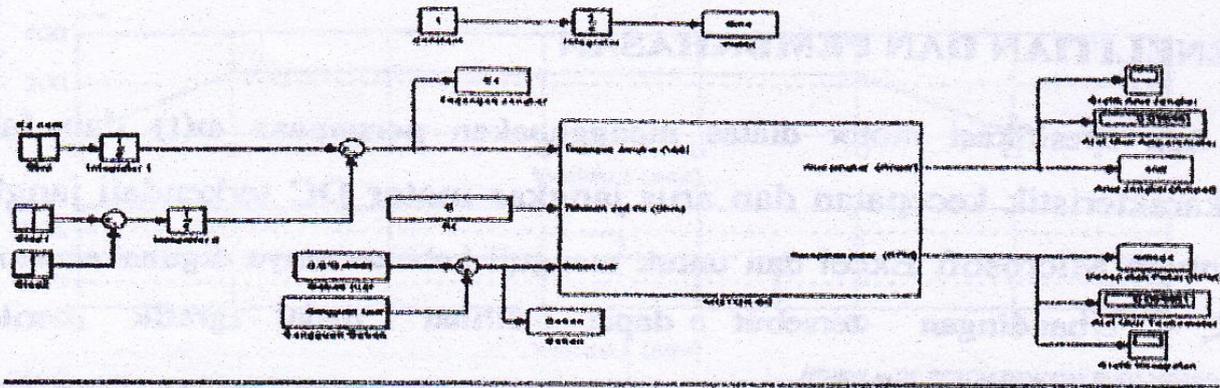


Starting Motor DC dengan Pengaturan Tegangan Jangkar E_a

Untuk meng-start motor DC, salah satu pengaturan yang dapat dilakukan adalah mengatur tegangan jangkar agar tidak langsung mencapai tegangan nominalnya. Dengan cara tersebut, diharapkan lonjakan arus yang sangat besar yang terjadi pada starting DOL (*Direct On Line*) dapat diatasi sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada motor DC tersebut. Model Motor DC yang akan disimulasikan sebagai berikut :

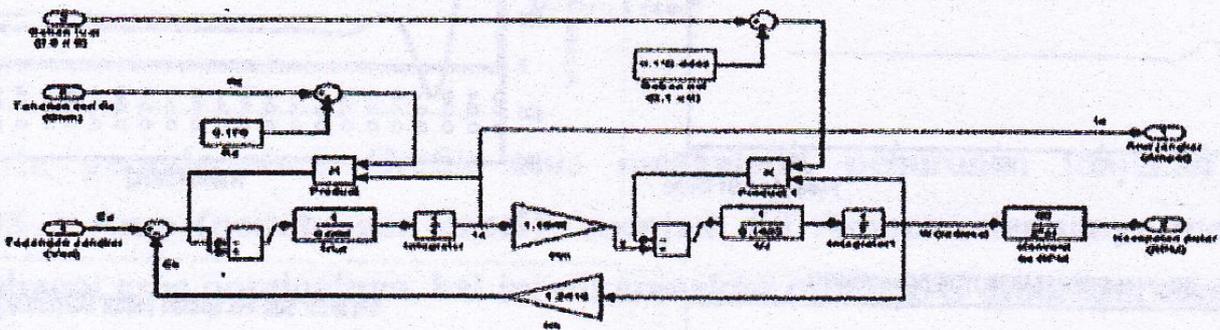


Sedangkan model sistem dengan pengaturan tegangan jangkar yang akan disimulasikan adalah:

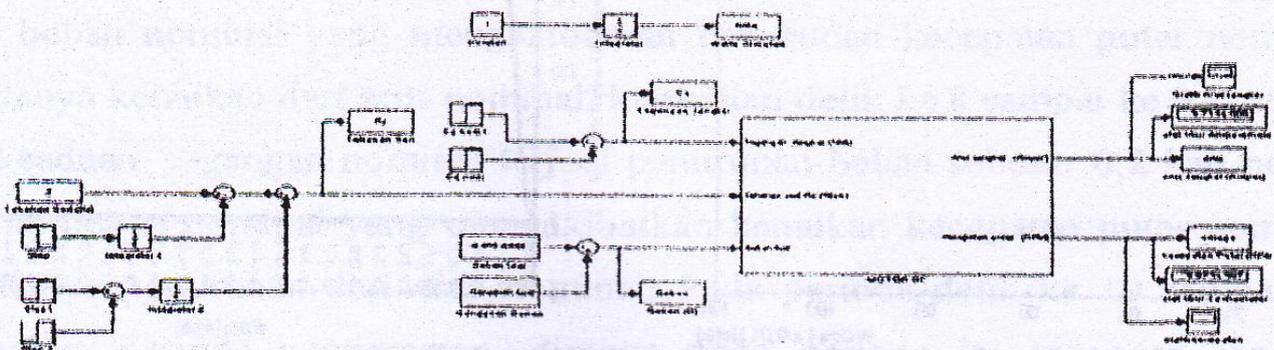


Starting Motor DC dengan Pengaturan Tahanan Seri, R_{seri}

Pengaturan tahanan seri (R_s) pada motor DC adalah sama dengan mengatur tegangan nominal (E_a) yaitu mengurangi lonjakan arus yang terlalu besar Model motor DC yang di simulasikan sebagai berikut:



Model motor DC diatas dimasukkan kedalam model sistem yang akan disimulasikan, sebagai berikut:

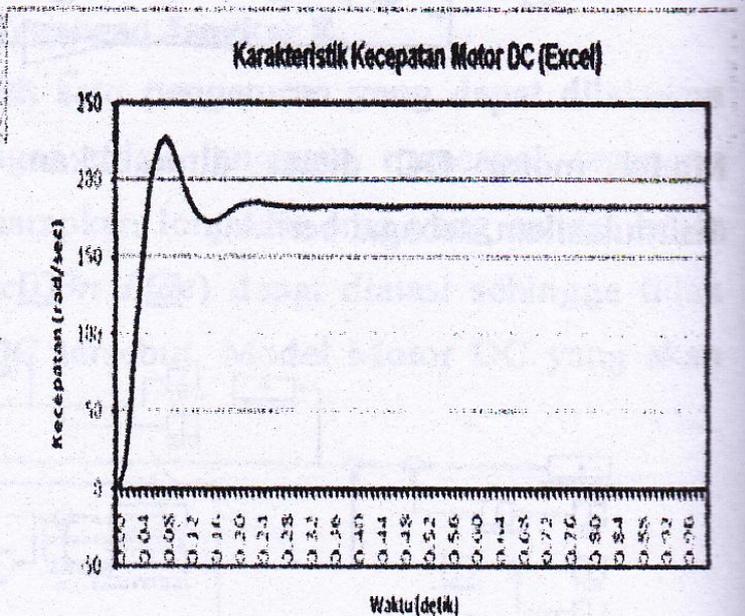
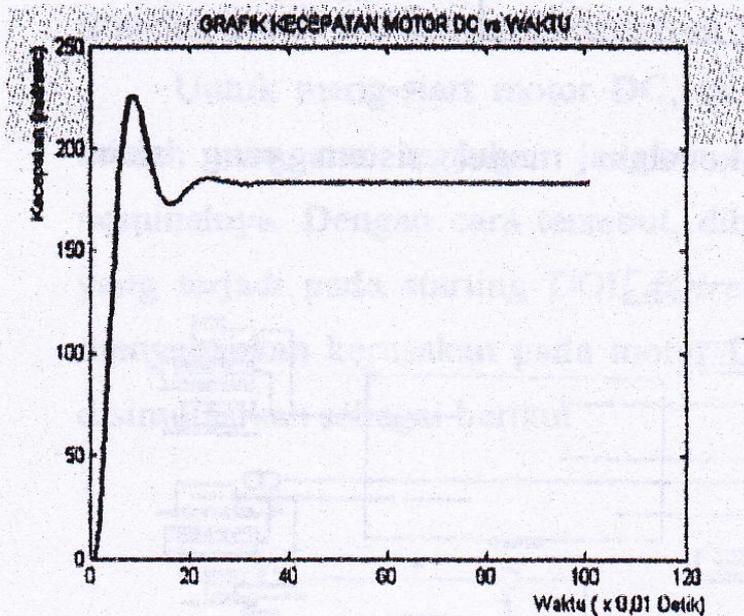
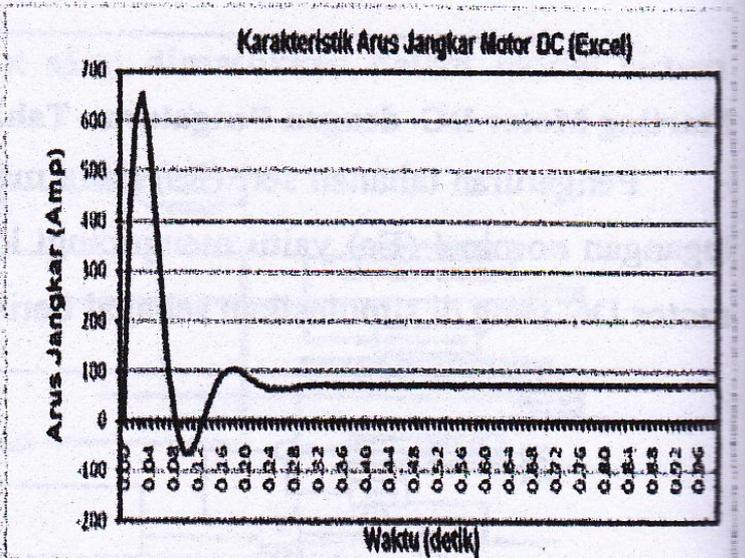
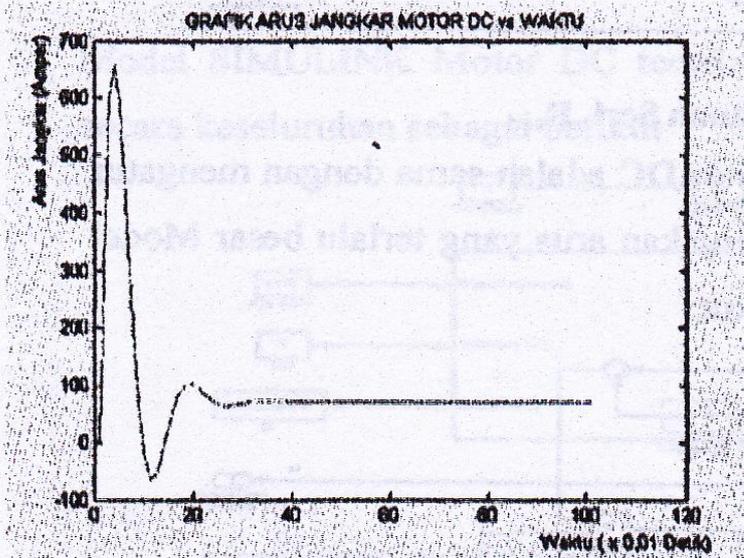


CARA PENELITIAN

Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah survey pustaka, untuk mendapatkan data-data tentang spesifikasi motor DC kemudian data tersebut dianalisis menggunakan program MS. Excell dan MATLAB versi 7.0.4 sehingga diperoleh grafik katrakteristik kecepatan serta lonjakan arus pada motor tipe Dripdroff.

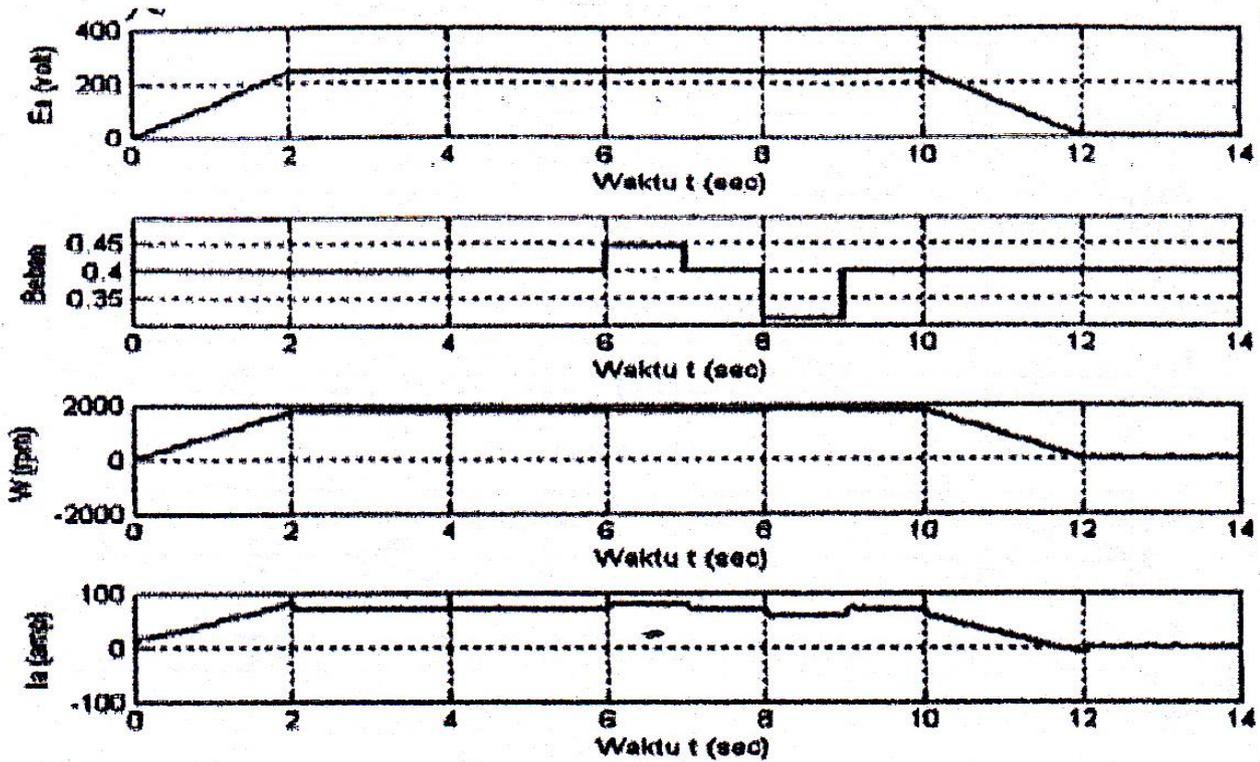
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari data spesifikasi motor diatas menggunakan persamaan $\omega(t)$ dan $I_a(t)$, diperoleh karakteristik kecepatan dan arus jangkar motor DC terkendali jangkar dengan bantuan Microsoft Excel dan untuk menguji kebenarannya digunakan model SIMULINK, Perbandingan tersebut dapat dilihat pada grafik berikut:

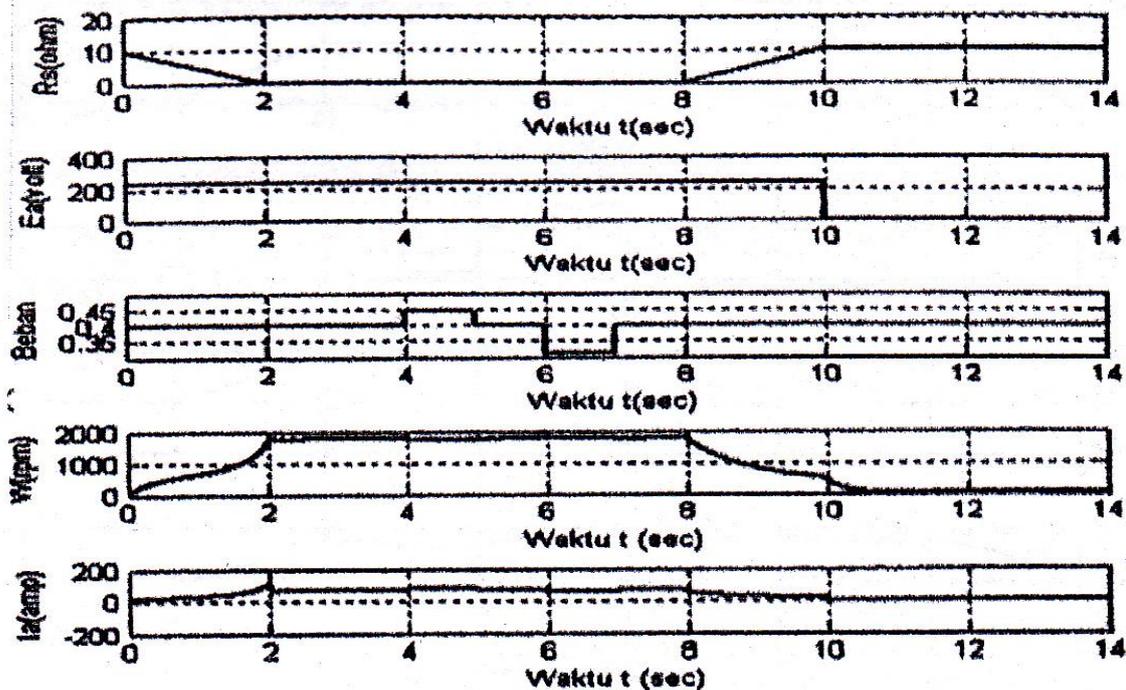


Grafik yang dihasilkan dengan metode simulasi (dengan simulink) baik dari nilai maupun bentuk gelombangnya hampir sama dengan grafik yang dihasilkan dengan metode Ms.Excel.

Sedangkan model sistem dengan pengaturan tegangan jangkar yang disimulasikan diperoleh grafik sebagai berikut:



Pada periode start, Grafik arus mengalami penurunan lonjakan dari 655,4795 Amp (perhitungan excel) menjadi 80 Amper selanjutnya menjadi stabil sebagai arus nominalnya, hal ini dikarenakan motor DC diberikan tegangan starting (E_a) secara perlahan selama waktu t sampai mencapai nilai tegangan nominal dibandingkan dengan secara langsung (DOL). Selanjutnya detik ke 6 sampai 7 keadaan steady state tegangan nominal diberikan beban sebesar 0,1 kali diatas beban nominal yang mengakibatkan penurunan kecepatan putar nominal dan adanya kenaikan dari arus nominal, kemudian detik ke 8 sampai ke 9 keadaan pada keadaan tegangan nominal terjadi penurunan beban sebesar 0,2 kali beban dibawah beban nominal yang mengakibatkan kenaikan kecepatan putar nominal dan adanya penurunan dari arus nominal. Pada periode detik ke 10 sampai 12 merupakan periode pengereman, dimana pada periode ini tegangan jangkar diminimumkan kembali secara linier sampai detik ke 12, motor dilepas dari rangkaian pencatu ($E_a = 0$). Pada periode ini, motor langsung berhenti. Sedangkan model sistem dengan pengaturan tahanan seri (R_s) yang disimulasikan diperoleh grafik sebagai berikut:



Pada periode start 2 detik terlihat kenaikan arus jangkar tidak terlalu signifikan dan proposional terhadap kecepatan motor. Jadi setelah 2 detik keadaannya steady state (dimana motor berputar pada kecepatan putar nominal 1750 RPM dan menarik arus nominal 70,5 A). periode steady state detik ke 2 - 8, di berikan gangguan di detik ke 4-5 sehingga beban bertambah sebesar 0,1 kali dari Beban luar nominal, hal Ini menyebabkan arus jangkar naik dan kecepatan putar menurun dari nilai nominalnya. kemudian detik ke 6 sampai 7 terjadi penurunan beban sebesar 0,2 kali beban dibawah beban nominal yang menyebabkan arus jangkar turun serta kecepatan putar naik. Pada periode 8 sampai 10 merupakan periode pengereman dengan menggunakan tahanan seri. Jadi pada periode ini tahanan seri dimaksimumkan kembali dan pada detik ke 10, motor dilepas dari rangkaian pencatu ($E_a = 0$). Pada periode ini, motor tidak langsung berhenti berputar dan arus tidak langsung nol tetapi berayun dulu beberapa detik, hal ini disebabkan adanya kelembaman.

KESIMPULAN

1. Untuk keperluan analisis secara teoretis, sebuah motor DC dapat direpsesentasikan dalam bentuk sebuah model, dimana model tersebut diharapkan mampu menggambarkan karakteristik dari 'fisik' motor yang sebenarnya. Sebuah motor DC dapat direpresentasikan dalam beberapa jenis

model, antara lain: model fisik, model matematik (model nisbah alih dan ruang keadaan), model rangkaian listrik dan model simulink.

2. Dengan menggunakan spesifikasi data motor seperti pada bagian 2, diperoleh nilai $\omega_n = 45,9428$ rad/sec, $\omega_d = 41,7619$ rad/sec, $\theta = 1,1409$ rad serta $\xi = 0,4167$ dimana nilai ξ lebih kecil dari satu, maka motor DC tersebut memiliki karakteristik kurang teredam.
3. Pengujian model dengan memberikan tegangan jangkar langsung pada nilai nominalnya akan menghasilkan lonjakan kecepatan yang besar (225,6787 rad/sec) dan lonjakan arus yang sangat besar pula (655,4795 Amp.) sehingga dapat merusak 'fisik' motor jika dilakukan dalam praktek.
4. Untuk memperoleh karakteristik kecepatan dan arus jangkar yang baik pada motor DC terkendali jangkar, dapat dilakukan pengendalian pada saat pengasutan (*starting*), pembebanan dan pengereman (*stopping*).
5. Starting dengan kendali tegangan jangkar (E_a) dan tahanan seri (R_s) secara linier dengan $t = 2$ detik dapat mengurangi lonjakan arus (hanya sekitar ± 80 Amp), hal ini disebabkan adanya transient. sehingga motor tidak gampang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ogata, K., 1993, *Teknik Kontrol Otomatik : Sistem Pengaturan* (alih bahasa: Ir. Edi Leksono), Jakarta.
- Zuhal, 1991, "*Dasar Tenaga Listrik*", Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Referensi kuliah "Pemodelan dan Pengaturan Motor-Motor Listrik", Pascasarjana Unhas 2008.