

Analisis Tanggapan Transien Kecepatan Putar Motor DC Untuk Berbagai Fungsi Unit Masukan Dengan Matlab

Abdul Rahman Sahid Parende¹, Nicolaus Allu², Rismawaty Arunglabi³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus

^{2,3}Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jalan. Perintis Kemerdekaan Km.13, Daya, Tamalanrea, Makassar 90245

arsyadparende@gmail.com, nick.allu14@gmail.com, rismawaty.arunglabi@ukipaulus.ac.id

Email korespondensi: arsyadparende@gmail.com

Abstrak

Salah satu kemajuan teknologi saat ini yaitu adanya motor DC yang sering digunakan dalam keperluan peralatan industri, kantor maupun peralatan rumah tangga. Permasalahan yang sering terjadi pada penggunaan motor DC adalah bagaimana kestabilan kecepatan putar motor DC bisa berjalan dengan baik melalui suatu sudut tinjauan perilaku atau karakteristik sistem. Mengatasi permasalahan yang ada maka pada penelitian ini dilakukan analisis tanggapan transien untuk berbagai fungsi unit masukan dengan Matlab sebagai salah satu metode yang dapat menentukan cepat lambatnya kecepatan putar Motor DC menuju titik *steady state* (stabil). Hasil dari analisis menunjukkan tanggapan transien untuk masukan *unit step function* terlihat bahwa *tidak terjadi overshoot* saat tanggapan sistem transien $c(t)$ mulai hingga mencapai nilai akhir (*final state*) yakni $c(t) = 0,09066$ dengan waktu 2,73 detik. Pada masukan *unit impulse function* terjadi *overshoot* saat tanggapan sistem transien $c(t)$ mulai hingga mencapai nilai akhir (*final state*) diperoleh $c(t) = 0,0002435$ dengan waktu 3,1 detik.

Kata Kunci : Motor DC Terkendali Jangkar, tanggapan transien, fungsi alih.

Abstract

One of the current technological advances is the presence of DC motors which are often used for industrial, office and household equipment. However, the problem that often occurs in the use of DC motors is how stable the rotational speed of the DC motor can work properly through a review of the behavior or characteristics of the system. Several methods have been developed to determine the stability of DC motor rotational speed, such as the Trial and Error method, which is a method that is repeated to obtain optimal results for a long time. From several studies that have been carried out using this method, that the system has its respective advantages and disadvantages as in PID (Proportional Integral Derivative) control, to overcome the existing problems, this research uses transient response analysis for various inputs with Matlab as one of a method that can determine how fast it goes to a steady state point (stable system). From the analysis of the transient response for the unit step function input, it can be seen that the transient response $c(t)$ takes place when the system response starts until it reaches the final state, $c(t) = 0.09066$ is obtained with a time of 2.73 seconds and there is no moderate overshoot for the input unit impulse function, the transient response is obtained $c(t)$ when the system response starts until the system response reaches the final state, it is obtained $c(t) = 0.0002435$ with a time of 3.1 seconds and an overshoot occurs.

Keywords: Armature Controlled DC Motor, transient response, transfer function.

1. Pendahuluan

Motor DC atau sering disebut dengan motor arus searah merupakan salah satu jenis penggerak yang cukup banyak digunakan dalam bidang industri saat ini. Sejalan dengan perkembangan teknologi. Motor DC merupakan alat yang sering digunakan di berbagai industri, seperti manufaktur, otomasi, transportasi, dan masih banyak lagi. Salah satu masalah yang sering terjadi pada motor DC adalah ketidakstabilan kecepatan putar, terutama saat diberi beban, yang dapat mengganggu pengoperasian normal dan menyebabkan penurunan produktivitas. Oleh karena itu, analisis kestabilan kecepatan putar motor DC

menjadi penting dalam konteks penggunaan dalam berbagai aplikasi industri. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kestabilan kecepatan motor DC adalah dengan menganalisis tanggapan transien dengan berbagai fungsi unit masukannya.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada penggunaan motor DC adalah bagaimana kestabilan kecepatan putar motor DC bisa berjalan dengan baik melalui suatu sudut tinjauan perilaku atau karakteristik sistem.

Dalam Sistem kendali, transien merupakan keadaan peralihan yang terlebih dahulu terjadi sebelum

mencapai keadaan stabil (*steady state*). Dengan mengamati respon transien bisa mengetahui kinerja peralihan serta dapat merancang kontroler yang sesuai dengan keadaan peralihan tersebut, Sinyal masukan uji (*test input signals*) yang sering digunakan adalah fungsi tangga (*unit step function*) dan fungsi ramp (*unit impulse function*). Penggunaan sinyal uji ini dapat digunakan, karena terdapat korelasi antara karakteristik sistem terhadap sinyal masukan uji tersebut.

Gustria Imanuella (2019) yang berjudul “Sistem Kendali Motor DC dengan Metode Ziegler Nichols” PID sering digunakan dalam dunia industri disebabkan ketangguhannya dalam mengatasi permasalahan.[2]

Merlin (2021) yang berjudul “Analisis Kestabilan Kecepatan Putar Motor DC Terkendali Jangkar dengan Metode Root Locus”. penelitian ini menggunakan metode Root Locus sebagai salah satu metode yang dapat menentukan stabil tidaknya suatu sistem (*plant*).[8]

Elisabeth (2022), yang berjudul “Uji Kestabilan Kecepatan Putar Motor DC dengan Metode Routh”. Penelitian ini menguji kestabilan kecepatan putar motor DC dengan menggunakan kriteria Routh dengan menggunakan Matlab sebagai salah satu metode yang dapat menentukan stabil tidaknya suatu sistem (*plant*).[1]

2. Metode

Metode penelitian yang penulis lakukan termasuk dalam penelitian berupa :

1. Kajian pustaka dan pengumpulan data yang berhubungan dengan topik penelitian.
2. Memodelkan rangkaian ekuivalen ke model sistem yang akan dibuat dan diamati berdasarkan kajian pustaka yang telah diperoleh.
3. Memodelkan sistem menjadi model matematik yang selanjutnya dapat di cari fungsi alihnya.
4. Melakukan pengujian dengan berbagai input (masukan) dimana respon sistem yang diamati mulai saat terjadinya perubahan sinyal input, dari kedua input masukan dimana waktu yang dibutuhkan lebih cepat sampai pada respon masuk dalam keadaan *steady state*.
5. Membuat kesimpulan pada hasil penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

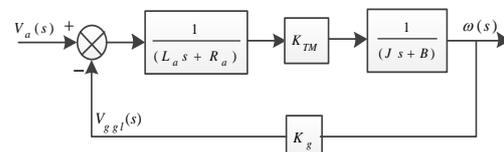
3.1 Motor Arus Searah

Motor arus searah yang digunakan adalah motor arus searah terkendali jangkar. Untuk menentukan fungsi alih dari suatu sistem maka perlu diketahui parameter-parameter dari *plant* yang akan dirancang. Berikut akan ditampilkan parameter-parameter motor arus searah terkendali jangkar seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter motor DC terkendali jangkar

No.	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
1.	Tegangan Jangkar	V _a	220	Volt
2.	Tahanan Jangkar	R _a	1	Ohm
3.	Induktansi jangkar	L _a	0,5	H
4.	Konstanta gesekan/ <i>friction</i>	B	0,1	Nmsec ² /rad
5.	Momen Inersia	J	0,01	Kg.m ²
6.	Konstanta Torsi Motor	K _{TM}	0,01	N.m/A
7.	Konstanta GGL lawan	K _g	0,01	V/rad/s

Untuk diagram blok dapat dilihat seperti gambar 1 sebagai berikut



Gambar 1. Blok diagram model motor DC terkendali jangkar

Sehingga diperoleh fungsi alih seperti berikut,

$$\frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$$

$$\text{misalkan: } G(s) = \frac{K_{TM}}{(L_a s + R_a)(J s + B)}$$

$$H(s) = K_g$$

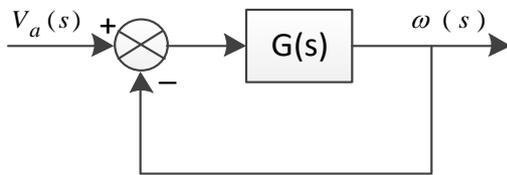
$$\frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{K_{TM}}{L_a J s^2 + (L_a B + R_a J) s + (R_a B + K_{TM} K_g)} \quad (1)$$

3.2 Perancangan Fungsi Alih

Fungsi alih yaitu perbandingan antara transformasi Laplace pada bagian output (fungsi tanggapan) terhadap transformasi bagian inputnya (fungsi penentu)

dengan menganggap bahwa semua syarat awal dianggap semuanya nol.

Untuk diagram blok pada sistem kendali loop tertutup (*close loop*) dapat diperhatikan seperti pada Gambar 2 berikut,



Gambar 2. Gambar blok diagram loop tertutup

Persamaan fungsi alih loop tertutup (*close loop*) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$G(s) = \frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{\frac{2}{s^2+12s+20}}{1 + \frac{2}{s^2+12s+20}} \quad (1)$$

$$G(s) = \frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{2}{s^2+12s+22} \quad (2)$$

3.3 Analisis Tanggapan Transien dengan Inputan Unit Step Fuction

Pada menu editor dengan menuliskan *listing* program seperti persamaan fungsi alih loop tertutup pada Persamaan (2) seperti berikut,

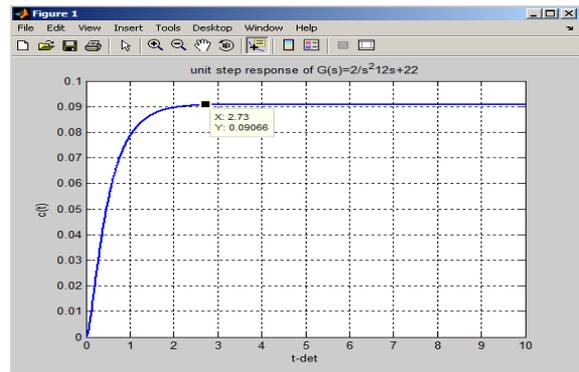
```

1 %Dengan input unit step
2 num = [0 0 2];
3 den = [1 12 22];
4 %Fungsi Alih Lingkak Tertutup
5 disp('Fungsi alih Lingkak Tertutup')
6 sys1=tf(num,den)
7 %T = feedback(sys1,1)
8 t = 0:0,01:10;
9 c = step(num,den,t);
10 plot(t,c)
11 xlabel('t-det')
12 ylabel('c(t)')
13 Grid
14 Title('unit step response of G(s)=2/s^2+12s+22')
15

```

Gambar 3. Gambar tampilan layar editor tempat menulis *listing* program dengan inputan *unit step function*

Setelah di *running*, maka muncul gambar *plot* berupa grafik dari fungsi alih lingkak tertutup dengan input *unit step response* dari kecepatan putar motor DC terkendali jangkak seperti berikut,



Gambar 4. Gambar grafik fungsi alih lingkak tertutup dengan input *unit step response*

Dari grafik diatas dengan input *unit step function* terlihat bahwa tanggapan transien $c(t)$ berlangsung dari saat mulai hingga tanggapan sistem mencapai nilai akhir yang diinginkan (*final state*) pada $c(t) = 0,09066$ dengan waktu 2,73 detik dan tidak terjadi *overshoot*.

3.4 Analisis Tanggapan Transien dengan Inputan Unit Impulse Fuction

Untuk input *unit impulse function* prinsipnya sama seperti input *unit step function* dimana pada menu editor dapat dituliskan *listing* program seperti persamaan fungsi alih pada Persamaan (2) seperti berikut,

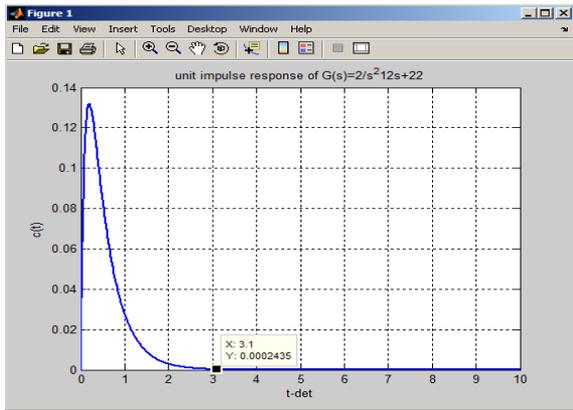
```

1 %Dengan input unit impulse
2 num = [0 0 2];
3 den = [1 12 22];
4 %Fungsi Alih Lingkak Tertutup
5 disp('Fungsi alih Lingkak Tertutup')
6 t = 0:0,01:10;
7 c = impulse(num,den,t);
8 plot(t,c)
9 xlabel('t-det')
10 ylabel('c(t)')
11 Grid
12 Title('unit impulse response of G(s)=2/s^2+12s+22')
13

```

Gambar 4. Gambar tampilan layar editor tempat menulis *listing* program dengan Inputan *Unit Impulse Fuction*

Setelah di *running*, maka muncul gambar *plot* berupa grafik dari fungsi alih lingkak tertutup dengan input *unit impulse function*



Gambar 5. Grafik fungsi alih lingkaran tertutup dengan input *unit impulse response*

Dari grafik diatas dengan input *unit impulse function* terlihat bahwa tanggapan transien $c(t)$ dapat terjadi saat mulai hingga tanggapan sistem mencapai nilai akhir yang diinginkan (*final state*) pada $c(t) = 0,0002435$ dengan waktu 3,1 detik dan ada *overshoot* yang terjadi.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, permodelan, dan pengujian simulasi menggunakan Matlab, maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan memodelkan sistem ke fungsi alih untuk kecepatan putar motor DC terkendali jangkar berhasil dilakukan, tampak bahwa untuk *input unit step function* tidak ada *overshoot* yang terjadi sedangkan untuk input *unit impulse function* ada *overshoot* yang terjadi.
2. Dari fungsi alih untuk kecepatan putar motor DC terkendali jangkar, untuk *input unit step function* lebih cepat mencapai *steady state* yaitu di waktu $t = 2,73$ detik dengan tanggapan transien (*transient response*) $c(t) = 0,09066$ dan input *unit impulse function* akan mencapai *steady state* di waktu $t = 3,1$ detik yang lebih lambat dengan tanggapan transien (*transient response*) $c(t) = 0,0002435$.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dari penulis kepada semua yang terlibat, baik itu pimpinan program studi, dosen-dosen, staff pegawai Program Studi Teknik Elektro UKI Paulus Makassar dan juga keluarga yang telah memberi dukungan.

Daftar Pustaka

- [1] Elisabeth (2022). Uji Kestabilan Kecepatan Putar Motor DC dengan Metode Routh. Skripsi Teknik elektro UKIP Makassar.
- [2] Gustria E. (2019). Desain PID Controller pada Motor DC menggunakan Simulink dengan Metode Ziegler Nichols. Skripsi Teknik Elektro UKIP Makassar.

- [3] Gunaidi Abdia Away (2010), *MATLAB Programming*. Penerbit Informatika Bandung.
- [4] Harifuddin (2008). Pemodelan dan Pengendalian Motor DC Terkendali Jangkar. Jurnal MEDIA ELEKTRIK, Volume 3 (Nomor 1, Juni).
- [5] <https://rahasiabelajar.com/pengertian-motor-dc/>. Diakses pada tgl 30 Juli 2023 jam 18.00 Wita.
- [6] Katsuhiko, O. (1994). *Solving Control Engineering Problems with MATLAB*. Prentice Hall International, Inc : Prentice Hall.
- [7] Katsuhiko, O. (1970). Teknik Kontrol Automatik, Edisi 2 Jilid 1. Jakarta: Prentice Hall
- [8] Merlin (2021) *Analisis Kestabilan Kecepatan Putar Motor DC dengan Metode Root Locus*. Skripsi Teknik Elektro UKIP Makassar.
- [9] Nicolaus Allu (2021), Diktat Kuliah Sistem kendali. Teknik Elektro Uki Paulus.
- [10] Nuwolo, A. and Kusmantoro, A. (2014) 'Pengendali posisi Motor DC dengan PID menggunakan Metode Root Locus', *Jurnal MEDIA ELEKTRIKA*, pp. 1–7.
- [11] Pinem, A. (2009) *Pengaturan Kecepatan Motor DC Dengan Integral Siklus Kontrol (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi Listrik FT-USU)*. Skripsi Universitas Sumatera Utara Medan.
- [12] Rosalina, dkk (2017) 'Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC menggunakan Kontrol PID', *Seminar Nasional TEKNOKA*, pp. 89–94.