

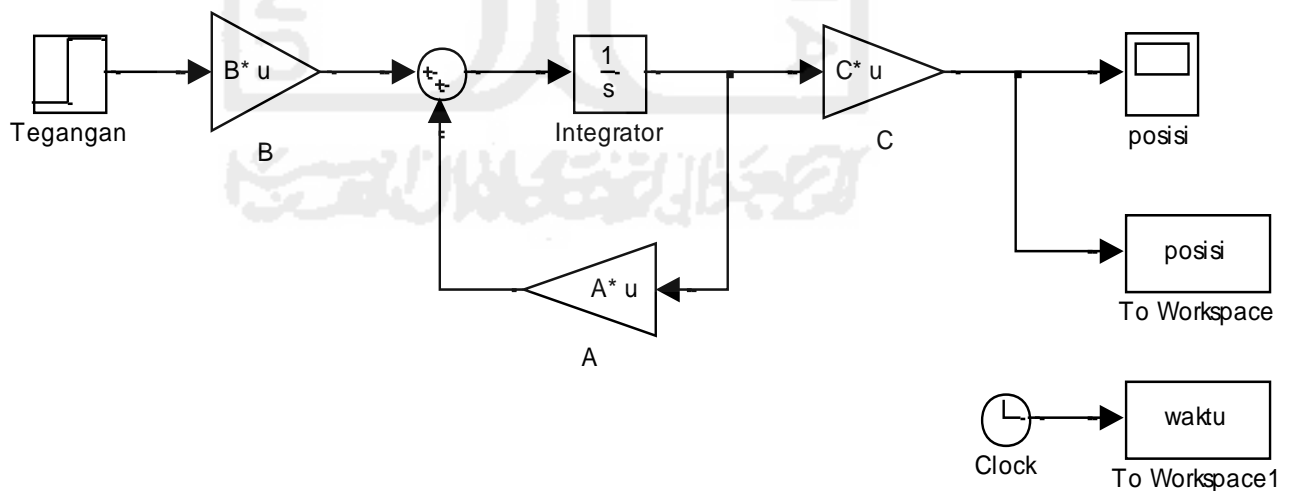
BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

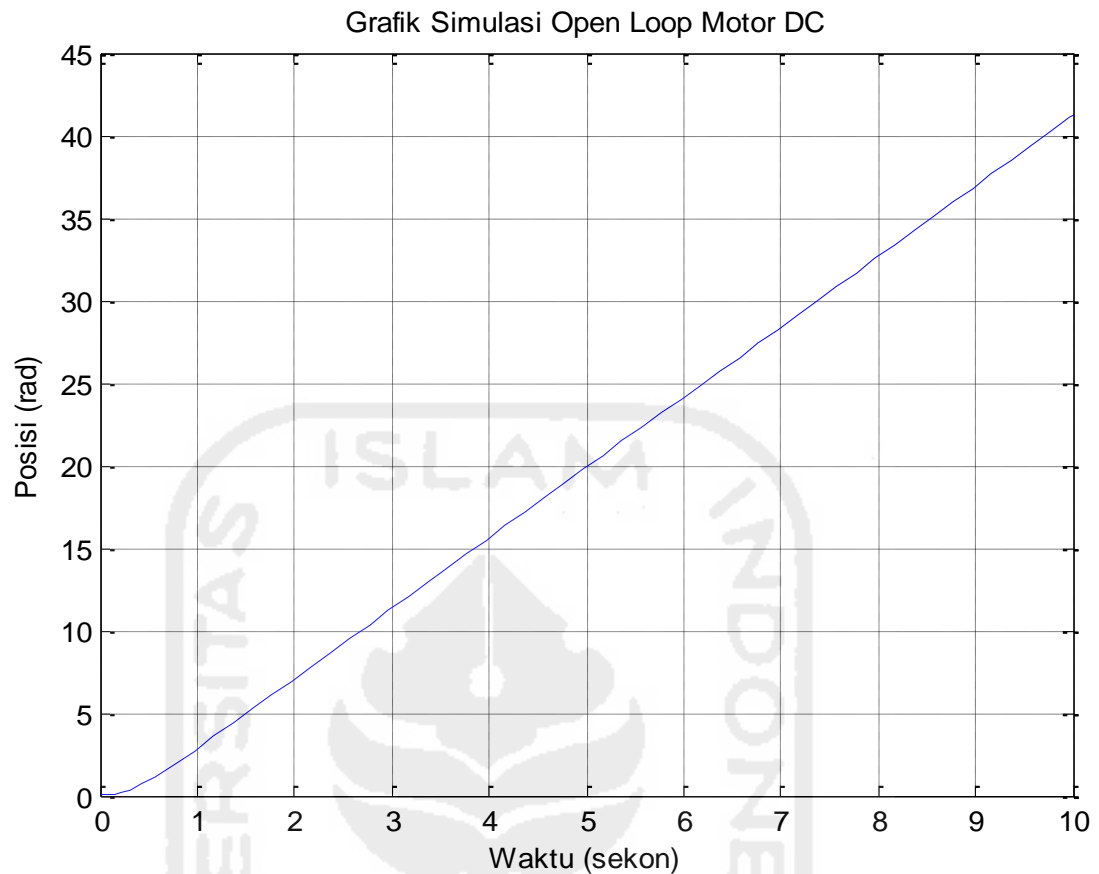
4.1 Pengujian *Open Loop* Motor DC

Pengujian simulasi *open loop* berfungsi untuk mengamati model motor DC apakah memiliki dinamik sama dengan motor DC yang sesungguhnya. Selain itu, pengujian simulasi *open loop* juga digunakan untuk mengamati respon motor DC terhadap *input*. Pengujian simulasi model motor DC dilakukan dengan memberikan *input* tegangan 12 volt. Pengamatan dilakukan pada posisi dan respon motor DC saat diberi *input* tegangan. Tabel parameter motor DC yang digunakan ditunjukkan pada tabel 2.1, model perancangan motor DC ditunjukkan pada gambar 4.1 dan *state* dari motor DC ditunjukkan pada persamaan (4.1)

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -10 & 7.5 \\ 0 & -0.15 & -2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}, C = [1 \ 0 \ 0] \quad (4.1)$$



Gambar 4.1 Blok kendali *open loop* motor DC

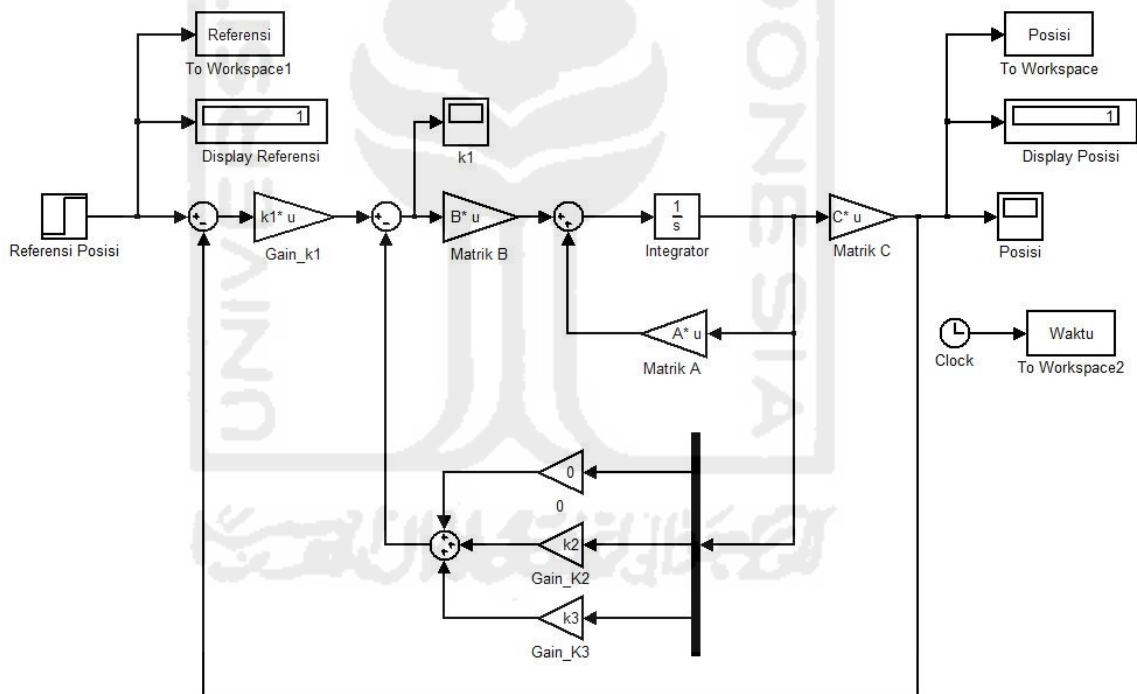


Gambar 4.2 Grafik hasil *open loop* simulasi motor DC

Hasil pengujian *open loop* motor DC diberikan pada gambar 4.2 dari hasil pengujian *open loop* menunjukkan bahwa saat motor DC diberikan tegangan 12 volt selama 10 detik, motor DC dapat berputar dan mencapai posisi tertentu. Motor DC akan terus berputar terus menerus selama waktu yang diberikan. Semakin lama waktu yang diberikan untuk berputar, motor DC akan terus berputar dan menempuh posisi tertentu. Pengujian ini menunjukkan bahwa model motor DC dapat berjalan dengan semestinya sesuai yang ada di lapangan.

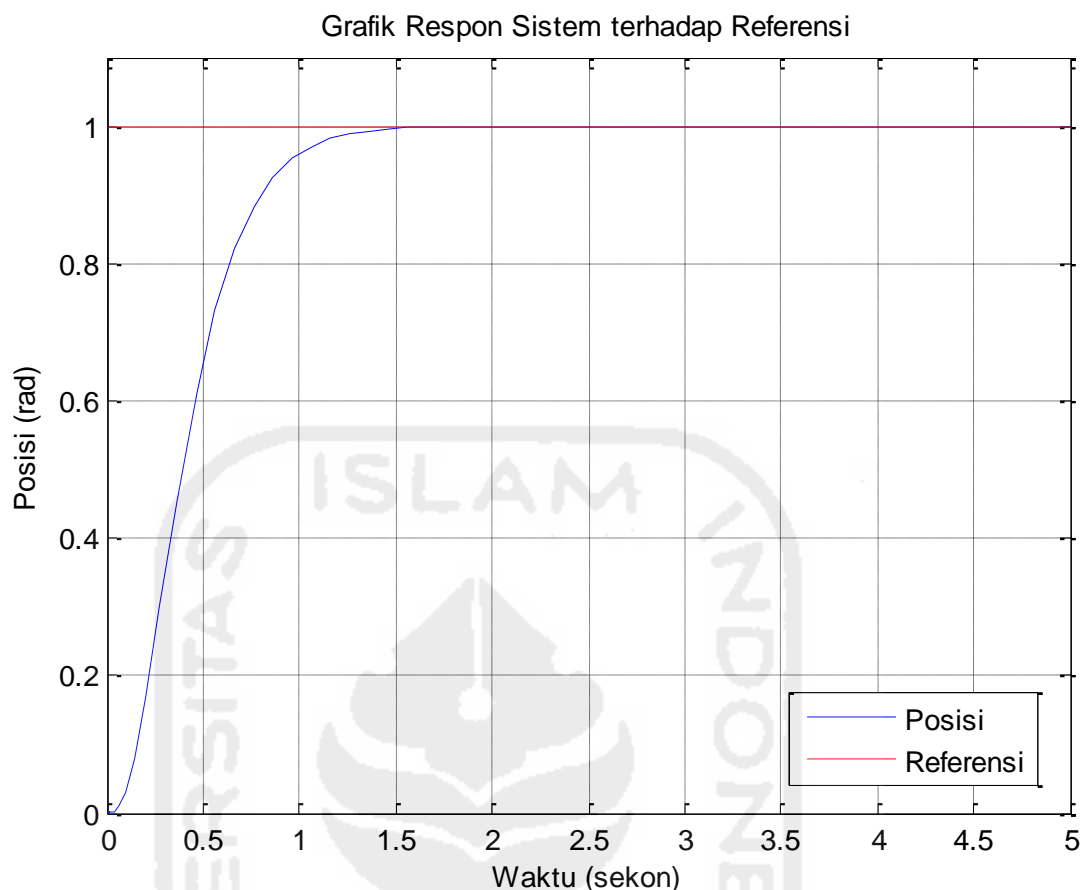
4.2 Pengujian Pengendali

Pengujian simulasi yang dilakukan adalah dengan menerapkan pengendali *state feedback* pada model motor DC. Input simulasi adalah sinyal referensi dan *output* simulasi adalah posisi motor DC. Input simulasi adalah unit *step* dengan nilai 1. Letak *close loop pole* yang dipilih adalah $s = -10$, $s = -7$ dan $s = -5$. Berdasarkan perhitungan dengan nilai *close loop pole* yang diinginkan, untuk menentukan nilai *gain state feedback* (K) dengan menggunakan fungsi *Acker* pada MATLAB didapatkan hasil adalah $K = [23.3333 \quad 2.1833 \quad 4]$. Perancangan model simulasi ditunjukkan pada gambar 4.3 dan grafik hasil respon posisi terhadap



referensi ditunjukkan pada gambar 4.4.

Gambar 4.3. Implementasi motor DC dengan pengendali *state feedback*



Gambar 4.4. Grafik hasil implementasi motor DC dengan pengendali *state feedback*

Hasil pengujian pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa *output* posisi sistem dapat mencapai nilai referensi. Pengendali *state feedback* dapat mengendalikan posisi motor DC sehingga motor DC dapat mengikuti nilai referensi. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa performa sistem tidak memiliki *overshoot* dan *rise time* dibawah 2 detik setelah nilai referensi diberikan.

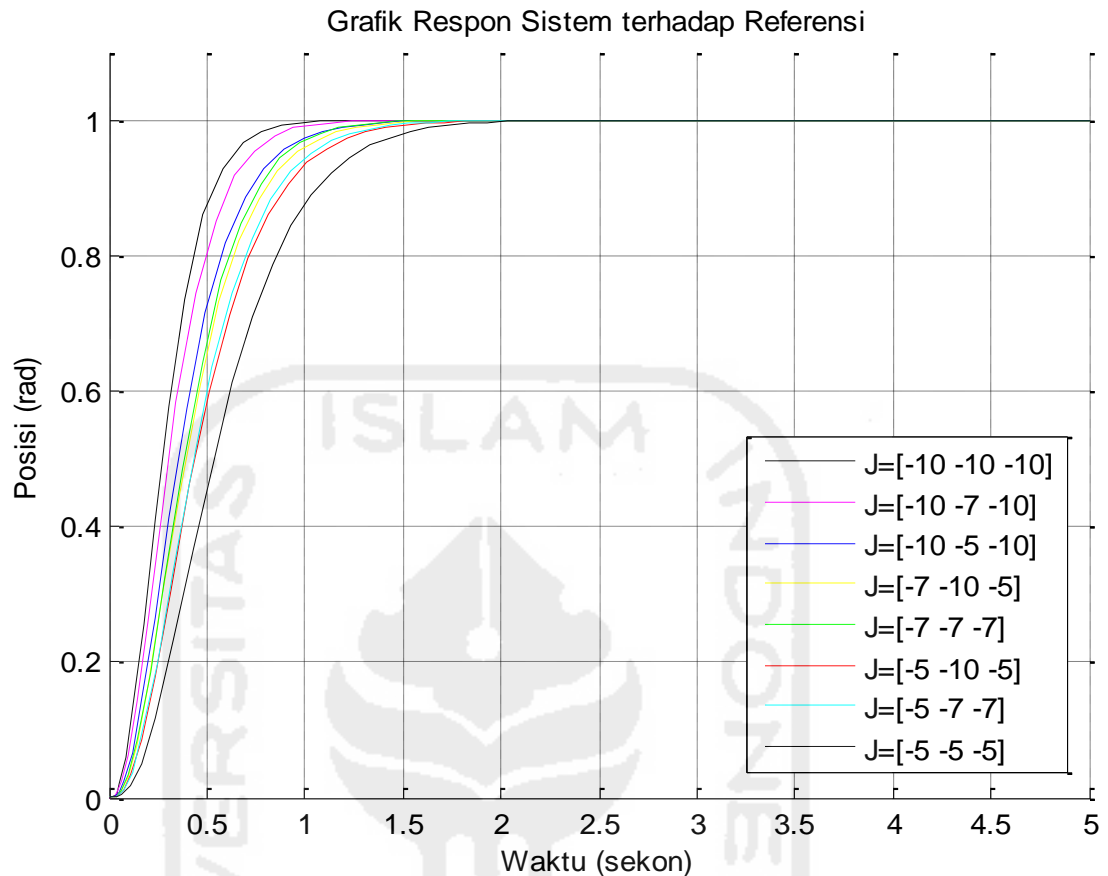
4.3 Pengujian Nilai *Pole*

4.3.1 Pengujian *Pole Real*

Pengujian ini berfungsi untuk melihat respon yang dihasilkan nilai *pole* pada sumbu *real*. Berikut adalah hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.1 dan gambar 4.5.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sistem kendali *close loop pole real*

<i>Pole</i>	<i>Gain</i>			Karakteristik Respon		
	k_1	k_2	k_3	<i>Overshoot (%)</i>	<i>Settling Time</i>	<i>Rise Time</i>
[-10 -10 -10]	66,6667	6,5167	8	0	0,7588	0,4313
[-10 -7 -10]	46,6667	4,5167	6,5	0	0,8774	0,4940
[-10 -5 -10]	33,3333	3,1833	5,5	0	1,0617	0,5894
[-7 -10 -5]	23,3333	2,1833	4	0	1,1489	0,6440
[-7 -7 -7]	22,8667	2,3167	3,5	0	1,0741	0,6062
[-5 -10 -5]	16,6667	1,5167	3	0	1,2975	0,7259
[-5 -7 -7]	16,3333	1,7833	2,5	0	1,2324	0,6938
[-5 -5 -5]	8,3333	1,5167	0,5	0	1,5070	0,8498



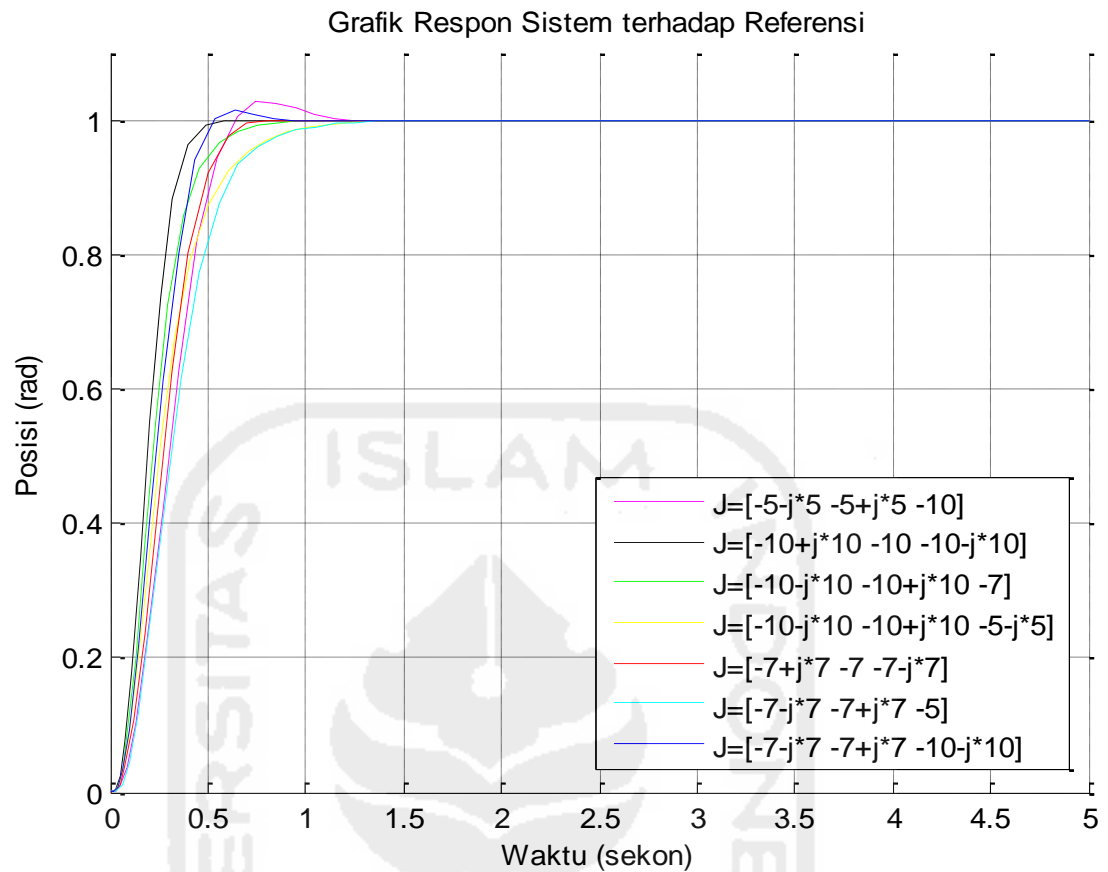
Gambar 4.5. Nilai step respon dengan *close loop pole* (J) yang seluruhnya *real*. Hasil pengamatan pada tabel 4.1 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa, letak *pole real* negatif membuat respon dari sistem tidak memiliki *overshoot*. Respon sistem juga menunjukkan bahwa semakin negatif nilai *pole* yang diberikan, maka semakin cepat *rise time* sistem.

4.3.2 Pengujian *Pole Real* dan *Pole Kompleks*

Pengujian ini berfungsi untuk melihat respon yang dihasilkan oleh nilai *pole* pada sumbu *real* dan nilai *pole* kompleks. Berikut adalah hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.2 dan gambar 4.6.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sistem kendali *close loop pole real* dan kompleks

<i>Pole</i>	<i>Gain</i>			<i>Karakteristik Respon</i>		
	k_1	k_2	k_3	<i>Overshoot (%)</i>	<i>Settling Time</i>	<i>Rise Time</i>
$[-5 - j5 \quad -5 + j5 \quad -10]$	33,3333	3,1833	3	2,6202	0,9157	0,3793
$[-10 + j10 \quad -10 \quad -10 - j10]$	133,3333	13,1833	8	0	0,4459	0,2558
$[-10 - j10 \quad -10 + j10 \quad -7]$	93,3333	11,1833	6,5	0	0,6413	0,3314
$[-10 - j10 \quad -10 + j10 \quad -5 - j5]$	66,6667	9,85	5,5	0	0,8821	0,4512
$[-7 + j7 \quad -7 \quad -7 - j7]$	45,7333	5,5833	3,5	0	0,6229	0,3646
$[-7 - j7 \quad -7 + j7 \quad -5]$	32,6667	5,05	2,5	0	0,8944	0,4626
$[-7 - j7 \quad -7 + j7 \quad -10 - j10]$	65,3333	6,3833	5	1,4462	0,5013	0,3064



Gambar 4.6. Nilai step respon dengan *close loop pole* (J) *real* dan kompleks. Hasil pengamatan tabel 4.2 dan gambar 4.6 menunjukkan bahwa, letak nilai *pole real* dan *pole* kompleks berpengaruh pada *settling time* sistem. Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa jika terdapat satu *pole* dominan ($pole = -10$) maka respon sistem memiliki *overshoot*.