



BUKU PANDUAN PRAKTIKUM SISTEM KONTROL

LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

**STANDART OPERASIONAL PROSEDUR
LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

A. PRA PRAKTIKUM

1. Ka Laboratorium bersama Ketua Prodi menetapkan daftar Mata Praktikum yang akan dilaksanakan pada semester berjalan.
2. Laboran atau Staf mengumumkan daftar Mata Praktikum dan pengumuman lainnya via web lab-elektro.umm.ac.id.
3. Staf / Laboran menerima pendaftaran calon praktikan yang mengulang.
4. Staf / Laboran mengumumkan daftar peserta Mata Praktikum berdasarkan data peserta mata kuliah dan peserta mengulang di web lab-elektro.umm.ac.id.
5. Kepala lab dan wakil kepala lab menetapkan daftar Instruktur dan Asisten Mata Praktikum dan diusulkan untuk ditetapkan SK Dekan.
6. Ka. Lab mengundang Peserta Mata Praktikum untuk mengikuti pertemuan persiapan dan pembagian jadwal peserta mengikuti praktikum dan peraturan serta prosedur praktikum dan K3.
7. Instruktur dan Asisten mengundang peserta Mata Praktikum untuk mengikuti Ujian Pra Praktikum (Memberikan Tugas Pra Praktikum).

B. PRA PELAKSANAAN PERCOBAAN PRAKTIKUM

1. Asisten dan Praktikan hadir 15 menit sebelum dimulai jam praktikum.
2. Asisten mempersiapkan instrumen ukur serta modul praktikum dan peralatan pendukung seperti kabel, jumper dan lain lain.
3. Praktikan membaca petunjuk praktikum dan mempersiapkan kebutuhan peralatan sebelum masuk ruang/lab.
4. Asisten memberikan salam dan ucapan selamat datang dengan senyum serta memberikan arahan kepada kelompok Praktikan tentang prosedur pelaksanaan praktikum dan penjelasan daftar peralatan dan modul.
5. Asisten menunjuk peserta yang menjadi petugas pencatat, melakukan pengukuran dan pembantu pelaksanaan.
6. Asisten meminta kelompok Praktikum untuk membaca doa/Basmalah sebelum dimulai pemasangan dan instalasi praktikum dan dipandu oleh Asisten.

C. PRAKTIKUM BERLANGSUNG

1. Asisten memberikan instruksi kepada kelompok praktikan pemasangan atau instalasi modul dan mengawasi dan mengevaluasi serta memeriksa hasil pemasangan dan memastikan kebenaran instalasi.
2. Praktikan dan asisten saling menjaga kenyamanan dan ketertiban praktikum sesuai tata tertib yang berlaku serta menjaga keamanan perangkat lab selama pelaksanaan praktikum dari satu percobaan ke percobaan berikutnya.
3. Asisten berhak menegur dan menindak praktikan apabila ketahuan merusak, mengubah atau memindahkan perlengkapan lab tanpa ijin.
4. Asisten melakukan penilaian dan pengawasan tiap praktikan melakukan pengukuran selama percobaan.
5. Asisten dan kelompok praktikan mengakhiri praktikum dengan membaca hamdallah dan mengucapkan salam serta meminta praktikan untuk merapikan peralatan dan modul serta kursi dan membuang sampah di sekitarnya.

D. PRAKTIKUM BERAKHIR

1. Praktikan meninggalkan ruangan dengan rapi dan teratur.
2. Asisten Mengkondisikan ruangan kembali,
 - a. Mengembalikan/mengatur kursi kembali.
 - b. Merapikan sampah yang ditemukan berserakan dalam ruangan.
 - c. Mengembalikan peralatan dan modul ke Lemari Alat dan Modul sesuai nama jenis Mata Praktikum.
 - d. Mengunci pintu.
 - e. Mematikan lampu apabila tidak ada praktikum berikutnya.
3. Asisten menandatangani presensi kelompok dan memberikan daftar penilaian kerja percobaan kelompok ke ruang administrasi (Laboran).
4. Instruktur dan atau asisten melakukan evaluasi reguler praktikum jika diperlukan.

E. PASCA PRAKTIKUM

1. Praktikan menyusun laporan semua percobaan
2. Praktikan melakukan asistensi laporan ke Asisten Praktikum minimal 4 kali.
3. Setelah laporan praktikum ditandatangani oleh Asisten, Tiap Praktikum menghadap Instruktur sesuai jadwal yang ditetapkan Instruktur.
4. Instruktur menguji praktikum mengenai proses pelaksanaan praktikum.

5. Instruktur memberikan nilai akhir praktikan.
6. Nilai akhir pratikum diserahkan ke Lab untuk proses administrasi.

F. SANKSI

1. Keterlambatan asistensi pertama kali sanksi point 1
 2. Tidak memenuhi minimal 4 kali asistensi sanksi point 2
 3. Datang terlambat 15 menit dari waktu yang telah ditentukan sanksi point 3
 4. * Tidak mengikuti proses praktikum tanpa adanya konfirmasi sanksi point 4
 5. * Tidak mengikuti ujian koordinator tanpa adanya konfirmasi sanksi point 5
 6. Keterlambatan pengumpulan laporan resmi sanksi point 6
 7. * Tidak mengikuti ujian instruktur sesuai dengan jadwal yang ditentukan instruktur sanksi point 7
 8. Pemalsuan tanda tangan selama proses praktikum berlangsung sanksi point 8
 9. Merusakkan peralatan Lab. Teknik Elektro sanksi point 9
- * Maksimal konfirmasi 2 x 24 jam sejak jadwal resmi diumumkan untuk penggantian jadwal ujian

Point 1	Menulis materi modul bab 1.
Point 2	Menulis materi modul bab 1-3 & Pengurangan nilai.
Point 3	Menulis materi 1 bab & Pengurangan nilai.
Point 4	Mengulang (tidak konfirmasi sesuai waktu yang telah ditentukan) atau Pengurangan Nilai.
Point 5	Mengulang (tidak konfirmasi sesuai waktu yang telah ditentukan) atau Pengurangan Nilai.
Point 6	Membeli buku berkaitan dengan bidang Teknik Elektro.
Point 7	Pengurangan Nilai Instruktur.
Point 8	Mengulang Praktikum atau mendapat Nilai E.
Point 9	Mengganti peralatan tersebut sesuai dengan spesifikasi atau mirip dan memiliki fungsi yang sama.

G. KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)

1. Sebelum memulai praktikum, praktikan memahami tata tertib dan keselamatan di Laboratorium
2. Mengetahui tempat dan cara penggunaan peralatan Laboratorium
3. Memperhatikan dan waspada terhadap tempat-tempat sumber listrik (stop kontak dan circuit breaker)
4. Praktikan harus memperhatikan dan menaati peringatan (warning) yang biasa tertera pada badan peralatan praktikum maupun rambu peringatan yang terdapat di ruangan Laboratorium

5. Jika melihat ada kerusakan yang berpotensi menimbulkan bahaya, segera laporkan ke asisten terkait atau dapat langsung melapor ke laboran.
6. Hindari daerah atau benda yang berpotensi menimbulkan bahaya listrik (sengatan listrik) secara tidak sengaja, missal seperti jala-jala kabel yang terkelupas
7. Keringkan bagian tubuh yang basah, seperti keringat atau sisa air wudhu
8. Selalu waspada terhadap bahaya listrik pada setiap aktifitas praktikum.
9. Jika terjadi kecelakaan akibat bahaya listrik, berikut ini adalah hal-hal yang harus diikuti praktikan:
 - a) Jangan panik
 - b) Matikan semua peralatan elektronik dan sumber listrik di meja masing-masing dan di meja praktikum yang tersengat arus listrik.
 - c) Bantu praktikan yang tersengat arus listrik untuk melepaskan diri dari sumber listrik.
 - d) Beritahukan dan minta bantuan kepada laboran, praktikan lain dan orang di sekitar anda tentang terjadinya kecelakaan akibat bahaya listrik.
 - e) Menjauh dari ruang praktikum.
10. Jangan membawa benda-benda yang mudah terbakar (korek api, gas, dll) ke dalam ruangan laboratorium bila tidak disyaratkan dalam modul praktikum.
11. Jangan melakukan sesuatu yang menimbulkan api, percikan api, atau panas yang berlebihan.
12. Jangan melakukan sesuatu yang menimbulkan bahaya api atau panas berlebih pada diri sendiri atau orang lain.
13. Selalu waspada terhadap bahaya api atau panas berlebih pada setiap aktivitas di laboratorium.
14. Dilarang membawa benda tajam (pisau, gunting dan sejenisnya) ke ruang praktikum bila tidak diperlukan untuk pelaksanaan percobaan
15. Dilarang memakai perhiasan dari logam misalnya cincin, kalung, gelang, dll
16. Hindari daerah, benda atau logam yang memiliki bagian tajam dan dapat melukai.
17. Tidak melakukan sesuatu yang dapat menimbulkan luka pada diri sendiri atau orang lain.

BAB I

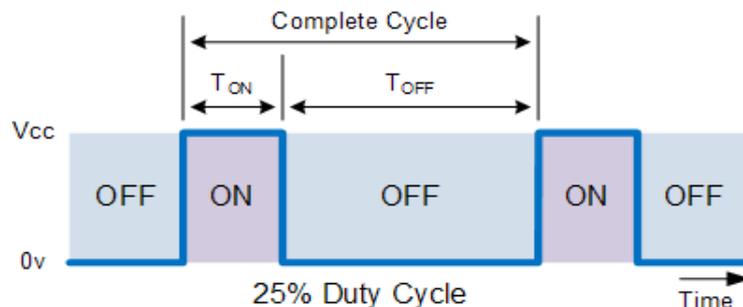
KONSEP GENERATOR PWM PADA PENGGUNAAN MOTOR ENCODER SEBAGAI NILAI UMPAN BALIK

1.1 Tujuan

Memahami konsep generator PWM pada pengendalian motor servo yang memiliki sensor encoder sebagai perangkat yang memberikan nilai umpan balik

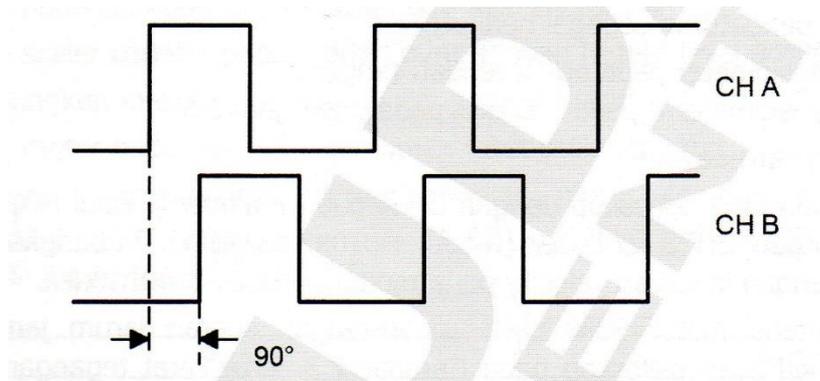
1.2 Pendahuluan

Suatu servo dapat diatur kecepatannya melalui berbagai cara, salah satunya adalah dengan menggunakan generator PWM. Generator PWM adalah suatu generator pulsa kotak yang lebar pulsanya (*duty cycle*) dapat diatur dan besarnya *duty cycle* tersebut berbanding lurus dengan tegangan masukan yang diberikan sehingga dapat mengatur kecepatan motor sesuai dengan nilai set point. Gambar 1.1 memperlihatkan bentuk gelombang pulsa seperti berikut.



Gambar 1.1 Duty Cycle.

Dari penggunaan PWM pada motor servo yang memiliki sensor encoder yang digunakan untuk mengetahui arah putaran motor. Salah satu sensor yang akan dicoba di percobaan ini adalah encoder dengan jenis optikal. Encoder yang dimaksud dikopel dengan motor DC, sehingga ikut berputar dengan motor. Encoder mempunyai dua buah keluaran A dan B yang berbeda fasa 90^0 satu dengan yang lain (Gambar 2.1). melalui dua buah keluaran ini, dapat diketahui posisi, arah, dan kecepatan motor tersebut.



Gambar 1.2 Contoh Beda Fasa Encoder

1.3 Peralatan

Utama :

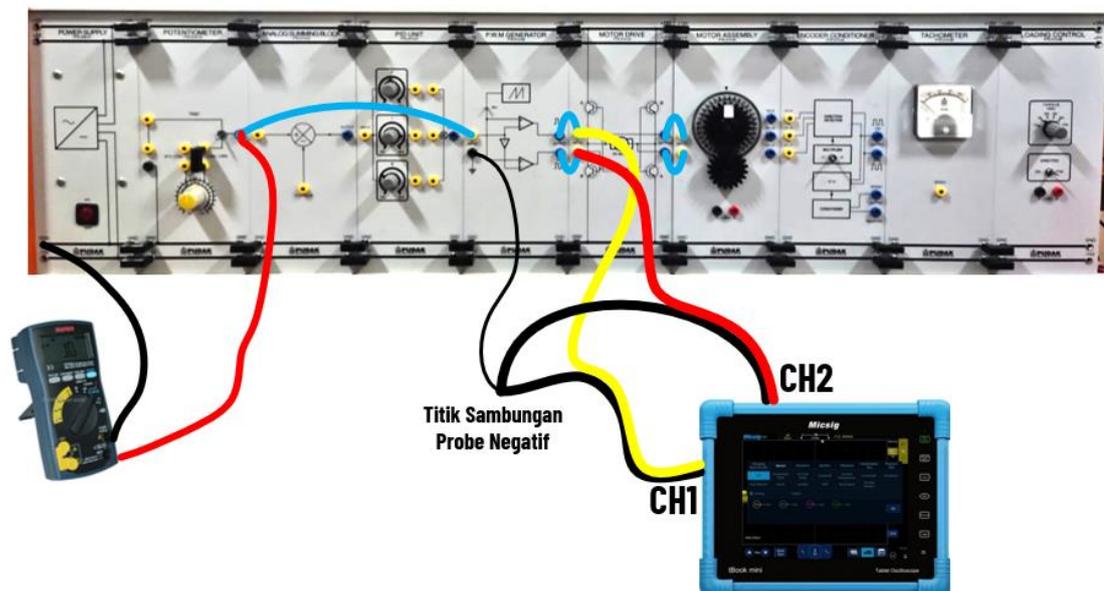
- Power Supply PTE-014-12
- PWM Generator PTE-014-02
- Motor Drive PTE-014-03
- Motor Assembly PTE-014-04
- Potentiometer PTE-014-10
- Encoder Conditioner PTE-014-05
- Tachometer PTE-014-09

Pendukung :

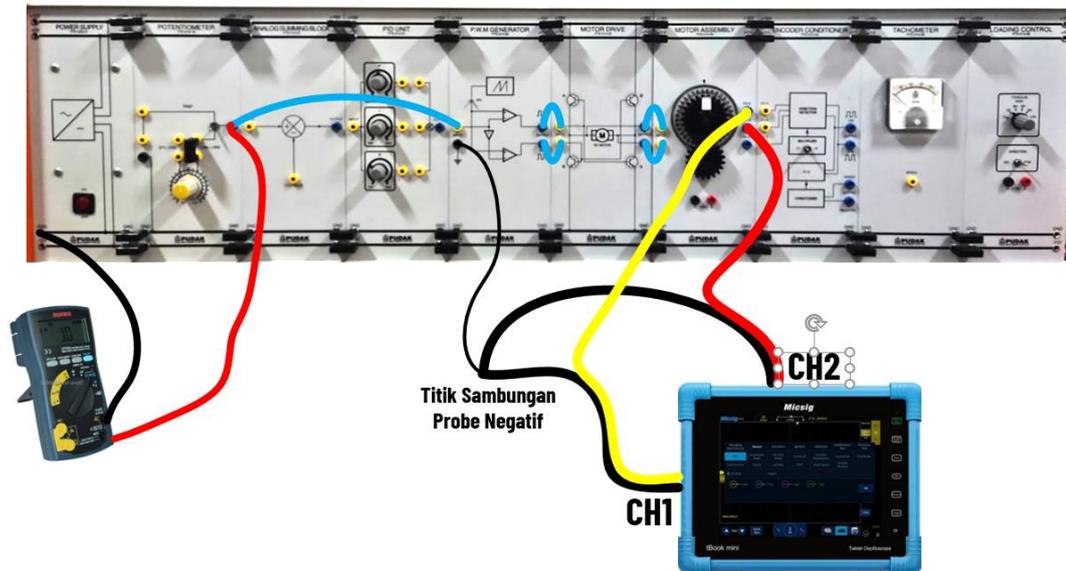
- Multimeter Digital
- Osiloskop

1.4 Langkah Kerja

1. Susunlah modul-modul seperti Gambar 1.2



Gambar 1.3 Rangkaian Konsep Generator PWM dan Pembangkitnya



Gambar 1.4 Rangkaian Putaran Motor Servo dan Sinyal Encoder

2. Aturlah Potensiometer pada posisi kira-kira di tengah-tengah.
3. Hubungkan CH.1 osiloskop keluaran CW generator PWM, CH.2 osiloskop dengan keluaran CCW generator PWM.
4. Pasang multimeter digital pada keluaran potentiometer sesuai dengan gambar 1.3
5. Hidupkan catu daya.
6. Putar potensiometer ke arah tegangan negative hingga keluar sinyal PWM tetapi motor tidak berputar, gambar hasil sinyal yang terjadi dan catat nilai tegangan pada avometer.
7. Putar potensiometer dengan menambah nilai tegangan negative dan perhatikan saat motor berputar pertama kali dan putaran motor pelan. Gambar sinyal sinyal yang terjadi dan catat tegangan pada avometer
8. Putar kembali potensiometer hingga motor berputar CCW pada kecepatan 300 rpm, gambar sinyal dan catat tegangan pada avometer
9. Pada percobaan untuk putaran CW dengan memakai tegangan Positive dapat mengulangi langkah percobaan 6 – 8. Kemudian isi tabel 1.1 sesuai data yang di dapat.
10. Pasang probe ch1 dan ch2 osiloskop pada keluaran motor servo yang dipakai sesuai pada gambar percobaan 1.4
11. Atur potensiometer ke sisi tegangan negatif sampai motor berputar dan simpan gambar sinyal pada osiloskop
12. Atur potensiometer ke sisi tegangan positif sampai motor berputar dan simpan gambar sinyal pada osiloskop

1.5 Data Hasil Percobaan

Tabel 1.1 Hubungan Tegangan , Kecepatan, dan Lebar Pulsa PWM

Keluaran Potensiometer	Arah Putaran Motor	Frekuensi
-7,20V		
-6,43V		
-6V		
+6V		
+6,44V		
+7,35V		

Gambar 1.5 Sinyal keluaran PWM dengan pengukuran TeganganV

Gambar 1.6 Sinyal keluaran PWM dengan pengukuran TeganganV

Gambar 1.7 Sinyal keluaran PWM dengan pengukuran TeganganV

Gambar 1.8 Sinyal keluaran PWM dengan pengukuran TeganganV

Gambar 1.9 Sinyal keluaran PWM dengan pengukuran TeganganV

Gambar 1.10 Sinyal keluaran PWM dengan pengukuran TeganganV

Gambar 1.11 Sinyal keluaran Sensor Encoder Putaran CCW

Gambar 1.12 Sinyal keluaran Sensor Encoder Putaran CW

1.6 Analisa Data

1.7 Kesimpulan

BAB II

PENGONTROL KECEPATAN OPEN LOOP

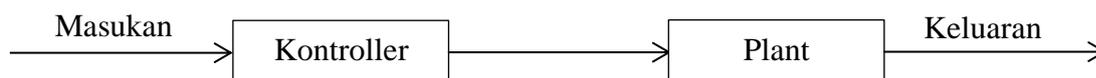
2.1 Tujuan

Memahami sistem pengontrolan kecepatan secara open loop.

2.2 Pendahuluan

Sistem kontrol dibagi menjadi sistem kontrol simpal terbuka (open loop) dan sistem kontrol simpal tertutup (closed loop). Pada percobaan kali ini akan dibahas sistem kontrol terbuka.

Diagram blok sistem kontrol loop terbuka ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram Blok Open Loop

Sistem kontrol terbuka tidak memiliki sinyal umpan balik untuk dibandingkan dengan masukan, sehingga untuk setiap masukan acuan (set point), terdapat kondisi operasi yang tetap.

2.3 Peralatan

Utama :

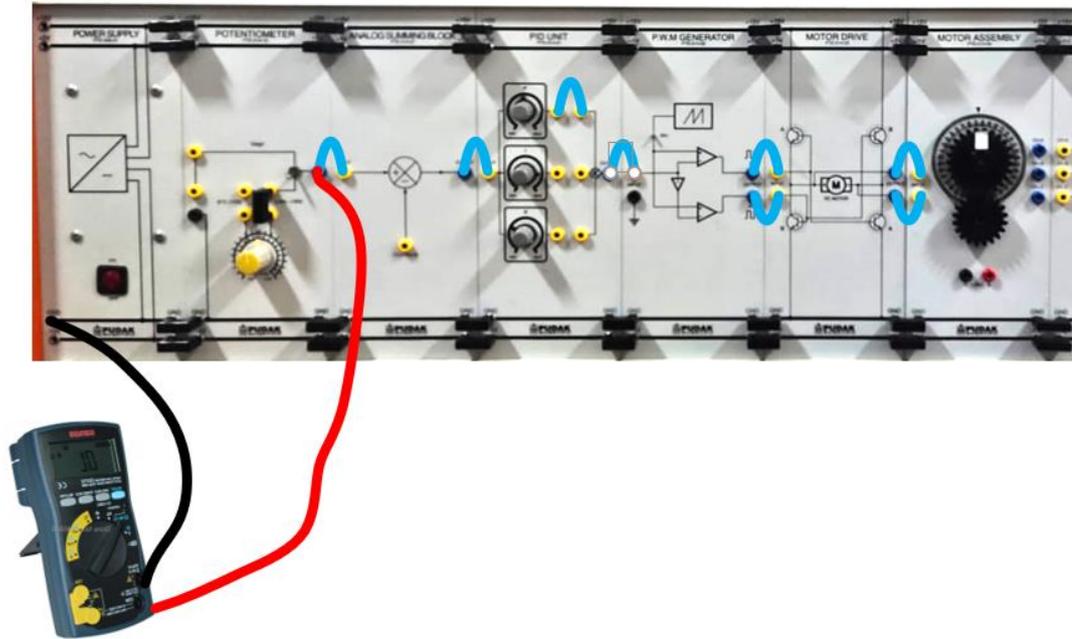
- Power Supply PTE-014-12
- PWM Generator PTE-014-02
- Motor Drive PTE-014-03
- Motor Assembly PTE-014-04
- Potentiometer PTE-014-10
- Encoder Conditioner PTE-014-10
- PID Unit PTE-014-01
- Tachometer PTE-014-09
- Loading Control PTE-014-08

Pendukung :

- Multimeter Digital
- Osiloskop

2.4 Langkah Kerja

1. Hubungkan modul-modul sesuai Gambar 3.2



Gambar 2.2 Rangkaian Pengontrol Kecepatan Open Loop

2. Hidupkan catu daya.
3. Atur posisi potentiometer pada posisi 0V.
4. Atur potentiometer P pada PID, pada posisi jam 9.
5. Hubungkan multimeter digital dengan keluaran potensiometer, kemudian putar potensiometer searah jarum jam hingga mencapai kecepatan motor 180 rpm.
6. Catat dan lengkapi Tabel 3.1
7. Dengan posisi potentiometer P pada PID dan posisi jam 10 lakukan percobaan berikut dengan mengatur keluaran potensiometer hingga mencapai kecepatan awal motor 180 rpm.
8. Atur posisi toggle switch pada Loading Control ke posisi CW dengan besar torsi 10 mNm – 150 mNm.
9. Amati dan catat keluaran potensiometer, serta kecepatan motor pada Tabel 3.2
10. Atur kembali potensiometer pada Loading Control menjadi 10 mNm.
11. Ubah arah Loading Control menjadi CCW.
12. Ubah potensiometer pada Loading Control menjadi 150 mNm.
13. Amati dan catat perubahan keluaran potensiometer, serta kecepatan motor pada Tabel 3.2
14. Setelah selesai, Matikan catu daya.

2.5 Data Hasil Percobaan

Tabel 3.1 Kontroler P Rangkaian Kecepatan Open Loop

Posisi Kontroler P	Multimeter Digital	Arah Putaran
Arah Jam 9		
Arah Jam 10		
Arah Jam 11		
Arah Jam 12		
Arah jam 13		

Tabel 3.2 Menggabungkan motor dengan Loading Control 10 mNm arah CCW

Posisi Kontroler P	Nilai Beban	Arah Loading Control	Keluaran Potensiometer	Kecepatan Motor
Arah Jam 10	10	CW		
	150			
	10	CCW		
	150			

2.6 Analisa Data

2.7 Kesimpulan

BAB III

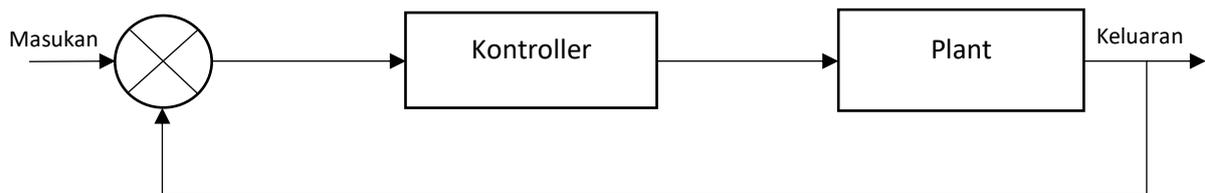
PENGONTROL KECEPATAN CLOSED LOOP DENGAN PID

3.1 Tujuan

Memahami sistem pengontrolan kecepatan secara simpal tertutup (*closed loop*) dengan PID.

3.2 Pendahuluan

Diagram blok sistem kontrol tertutup adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Control Tertutup

Dengan sistem ini, keluaran mempunyai pengaruh langsung pada aksi control. Sinyal keluaran diumpun balik untuk dibandingkan dengan sinyal masukan, sehingga akan dihasilkan sinyal kesalahan (*error*) yang akan mengoreksi pelaksanaan proses sampai hasilnya sesuai dengan yang diinginkan. Sistem aksi pengontrolan yang dapat digunakan adalah P, PI, PD dan PID. Karakteristik keluaran aksi dasar pengontrolan pada percobaan ini adalah sebagai berikut :

Aksi kontrol Proporsional (P) : Dari 0 volt sampai $V_o(t) = 10V_i(t)$
(potensiometer P maksimum)

Aksi kontrol Integral (I) : Dari 0 volt sampai $V_o(t) = \int V_i(t)dt$
(potensiometer I maksimum)

Aksi kontrol Diferensial (D) : Dari 0 volt sampai $V_o(t) = \frac{dV_i(t)}{dt}$
(potensiometer D maksimum)

3.3 Peralatan

Utama :

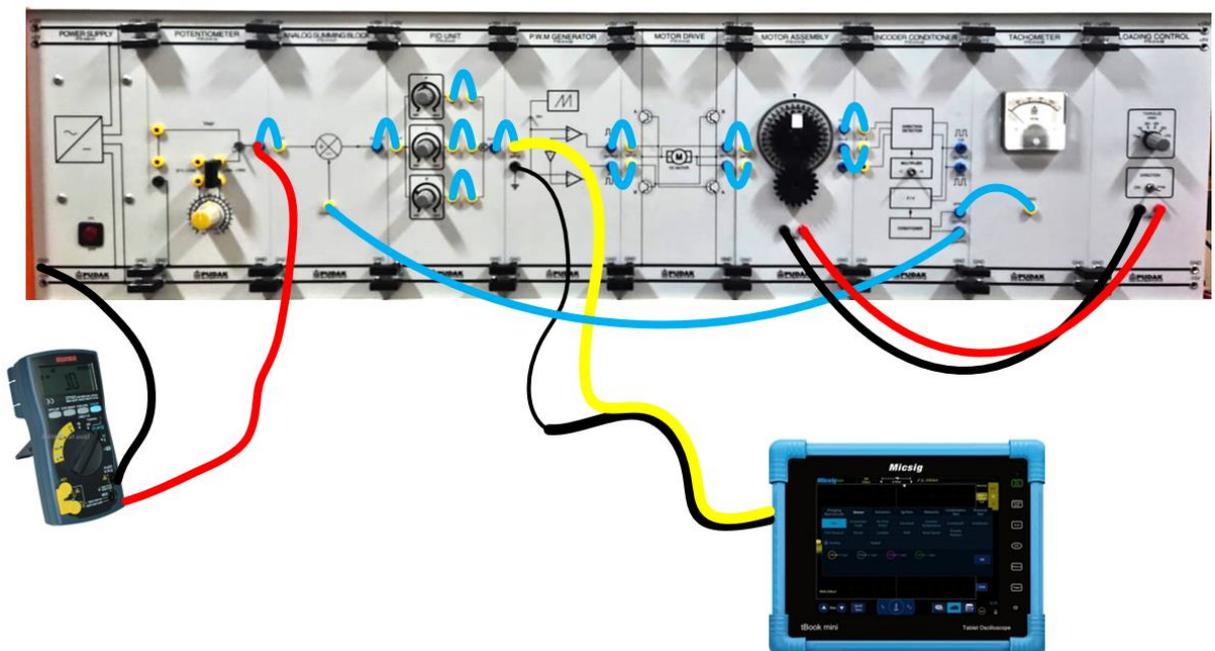
- Power Supply PTE-014-12
- Potentiometer PTE-014-10
- Analog Summing Block PTE-014-07
- PID Unit PTE-014-01
- PWM Generator PTE-014-02
- Motor Drive PTE-014-03
- Motor Assembly PTE-014-04
- Encoder Conditioner PTE-014-05
- Tachometer PTE-014-09
- Loading Control PTE-014-08

Pendukung :

- Multimeter Digital

3.4 Langkah Kerja

1. Hubungkan modul-modul seperti Gambar 3.2



Gambar 3.2 Rangkaian Pengontrol Kecepatan Closed Loop dengan PID

2. Lakukan pengaturan sebagai berikut :
 - a. Potentiometer pada posisi tengah-tengah.
 - b. PID Unit dengan P ke arah jam 8.30
 - c. PID Unit dengan I ke arah jam 12.00

- d. PID Unit dengan D ke arah jam 16.45
3. Hubungkan osiloskop dan rangkaian sesuai dengan gambar 3.2 tanpa menghubungkan loading kontrol ke motor beban.
4. Hidupkan catu daya.
5. Atur potentiometer pada PID Unit dengan P ke arah jam 9.30, I ke arah jam 12.30, dan D ke arah jam 16.30.
6. Atur potensiometer pada PWM Generator hingga mencapai kecepatan motor 120 rpm
7. Amati dan catat kecepatan motor dan tegangan keluaran potentiometer pada Tabel 3.1
8. Amati dan gambar hasil sinyal pada osiloskop.
9. Sambungkan kedua kabel antara Motor beban dan Loading Control sesuai dengan polaritasnya.
10. Hidupkan catu daya.
11. Atur toggle switch pada Loading Control ke arah CW dengan beban torsi awal 10 mNm ke 300 mNm.
12. Amati dan catat perubahan kecepatan motor pada Tabel 3.2 serta gambar hasil gelombang pada osiloskop.
13. Ubah potensiometer beban torsi arah CW dari 300 mNm ke 10 mNm.
14. Amati dan catat perubahan kecepatan motor pada Tabel 3.2 serta gambar hasil gelombang pada osiloskop.
15. Atur toggle switch pada Loading Control ke arah CCW dengan beban torsi awal 10 mNm ke 300 mNm.
16. Amati dan catat perubahan kecepatan motor pada Tabel 3.2 serta gambar hasil gelombang pada osiloskop.
17. Ubah potensiometer beban torsi arah CCW dari 300 mNm ke 10 mNm.
18. Amati dan catat perubahan kecepatan motor pada Tabel 3.2 serta gambar hasil gelombang pada osiloskop.
19. Matikan catu daya

3.5 Data Hasil Percobaan

Tabel 3.1 Pengaturan Kontroller P, I & D Tanpa Beban

P (PID)	I (PID)	D (PID)	Kecepatan (rpm)	Tegangan
Jam 9.30	Jam 12.30	Jam 16.45		

Gambar 3.3 Sinyal Kontroller P, I & D (Sesuai dengan osiloskop)

Gambar 3.4 Sinyal Kontroller P, I & D Berosilasi (Sesuai dengan osiloskop dan mengikuti instruksi asisten)

Tabel 3.2 Pengaturan Kontroller P, I & D Dengan Beban

P (PID)	I (PID)	D (PID)	Beban		Kecepatan (rpm)
			Arah	Nilai (mNm)	
Jam 9.30	Jam 12.30	Jam 16.45	CW	10 ke 300	
				300 ke 10	
			CCW	10 ke 300	
				300 ke 10	

Catatan: Penambahan simbol (↓) Bila Terjadi Pengereman

Penambahan simbol (↑) Bila Terjadi Pelepasan Pengereman

Gambar 3.5 Sinyal Kontroller P, I & D Saat Terjadi Pengereman

Gambar 3.6 Sinyal Kontroller P, I & D Saat Pelepasan Pengereman

3.6 Analisa Data

3.7 Kesimpulan

BAB IV

SIMULASI PLANT TANPA PID DAN PENAMBAHAN KONTROL PID

4.1. Tujuan

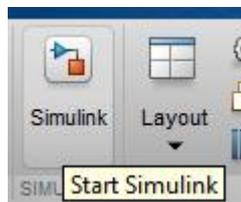
Mengetahui hasil sinyal Plant tanpa kontroller dengan kontroller tambahan PID

4.2. Dasar Teori

Praktikum selanjutnya merupakan penambahan kontrol tambahan PID dimana membuktikan dari bab 1 yang menggunakan script yang diubah menjadi block-block. Pada bab ini PID mendapat nilai feedback yang menuju ke block summing untuk memberikan nilai feedback ke system sehingga memiliki respon yang lebih bagus dari pada tanpa menggunakan kontrol tambahan PID.

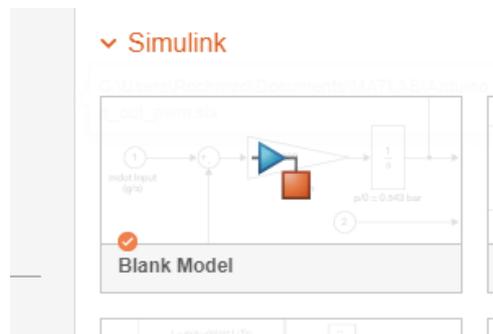
4.3. Langkah Percobaan

1. Buat new file Simulink dengan memilih icon Simulink seperti dibawah ini



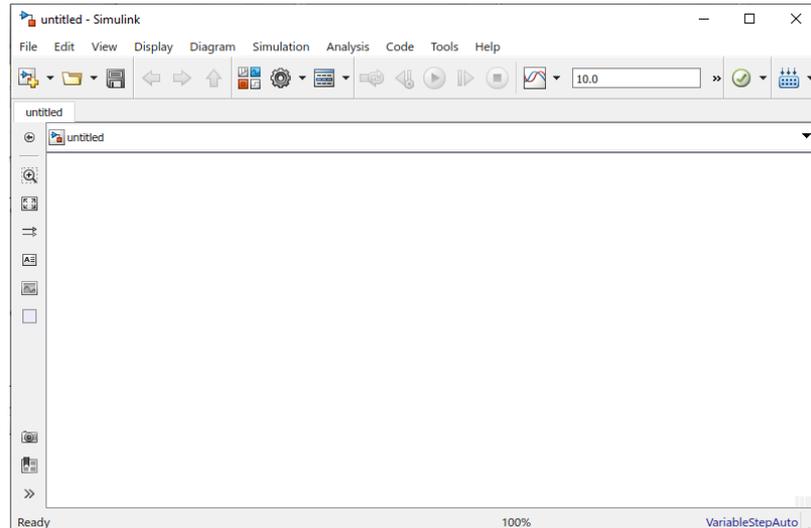
Gambar 4.1

2. Setelah keluar kotak dialog pilih Blank Model



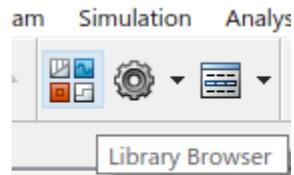
Gambar 4.2

3. Maka akan muncul Workspace seperti gambar dibawah ini



Gambar 4.3

4. Untuk memunculkan block yang dibutuhkan masuk kedalam library browser

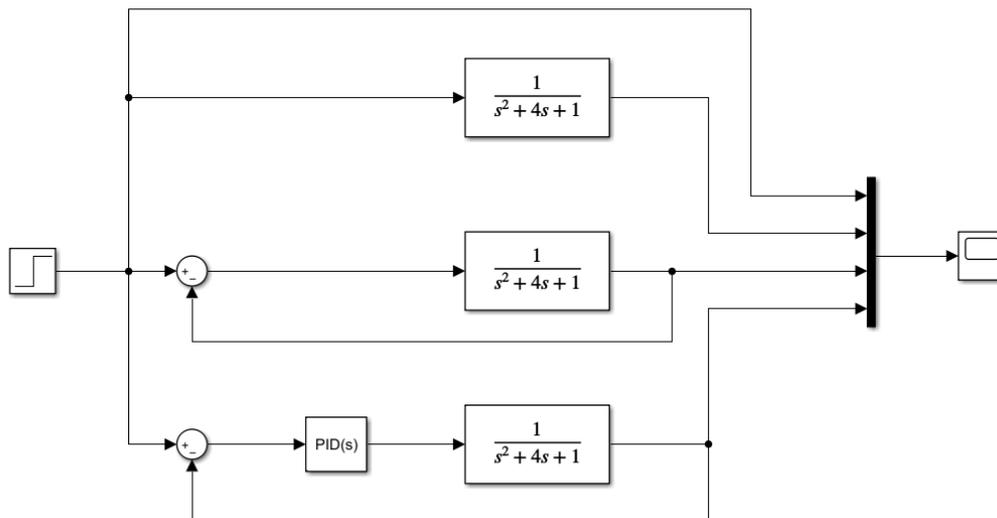


Gambar 4.4

Tabel 4.1 Daftar Blok dalam Simulink

BLOK	PLACE
Step	Simulink/Sources
Scope	Simulink/Sinks
Transfer Fcn	Simulink/Continuous
Integrator	Simulink/Continuous
Derivative	Simulink/Continuous
PID Controller	Simulink/Continuous
Sum	Simulink/Commonly Used Block
Mux	Simulink/Commonly Used Block
Gain	Simulink/Commonly Used Block

5. Buatlah alur block seperti gambar di bawah ini



Gambar 4.5 Blok Diagram Perbandingan Plant Sistem

6. Ambil gambar pada scope dan amati

4.4. Data Hasil Percobaan

Gambar 4.6 Data Hasil Percobaan Blok Diagram Perbandingan Plant Sistem

Gambar 4.7 Data Hasil Percobaan Plant dengan PID (Simulink) Skala Diperkecil

4.5. Analisa Data

4.6. Kesimpulan

BAB V

MODELING MOTOR DC DENGAN KONTROL PID DAN FASILITAS TUNING

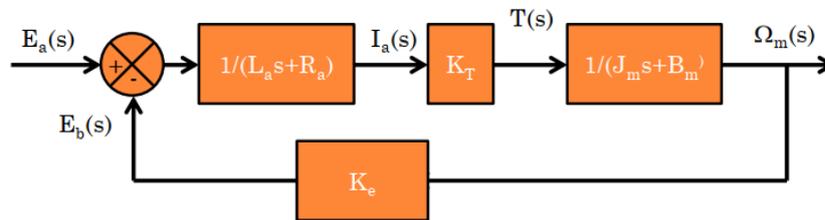
5.1 Tujuan

Mengetahui cara memodelkan motor dc sederhana dengan menambahkan control PID

5.2 Dasar Teori

Pada bab kali ini memodelkan motor dc sederhana sesuai dengan data yang telah didapat nilai R_a (satuan Ohm), L_a (satuan Henry), J untuk momen inerti, dll. Dengan adanya data yang didapat sehingga dapat diketahui untuk model simulasi yang tepat terhadap motor dc yang diinginkan. Tidak hanya itu pada bab kali ini juga menambahkan control PID untuk melihat respon dari model motor dc yang telah dibuat. Dengan model yang didapat seperti gambar dibawah ini.

$$I_a(s) = \left[\frac{1}{L \cdot s + R_a} \right] [E_a(s) - E_b(s)] \quad T(s) = K_T \cdot I_a(s) \quad \Omega_m(s) = \left[\frac{1}{J_m \cdot s + B_m} \right] \cdot T(s)$$



Gambar 5.1 Model Motor DC

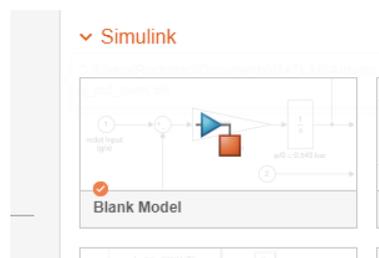
5.3 Langkah Percobaan

1. Buat new file Simulink dengan memilih icon Simulink seperti dibawah ini



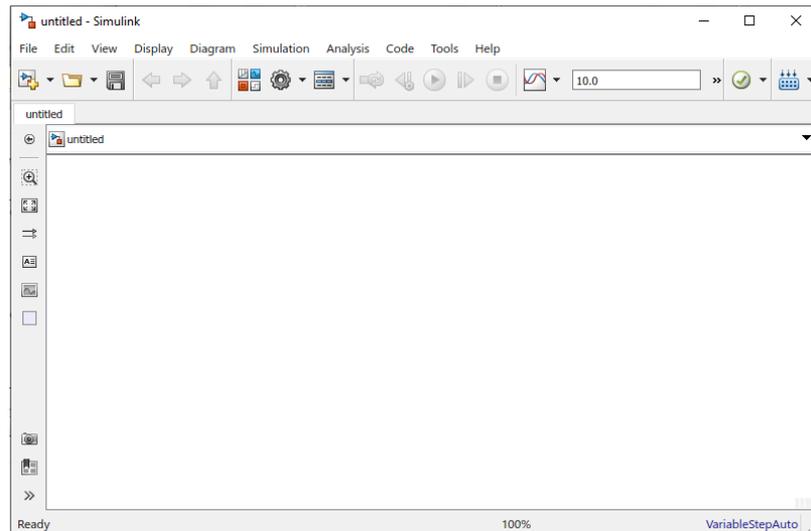
Gambar 5.2

2. Setelah keluar kotak dialog pilih Blank Model



Gambar 5.3

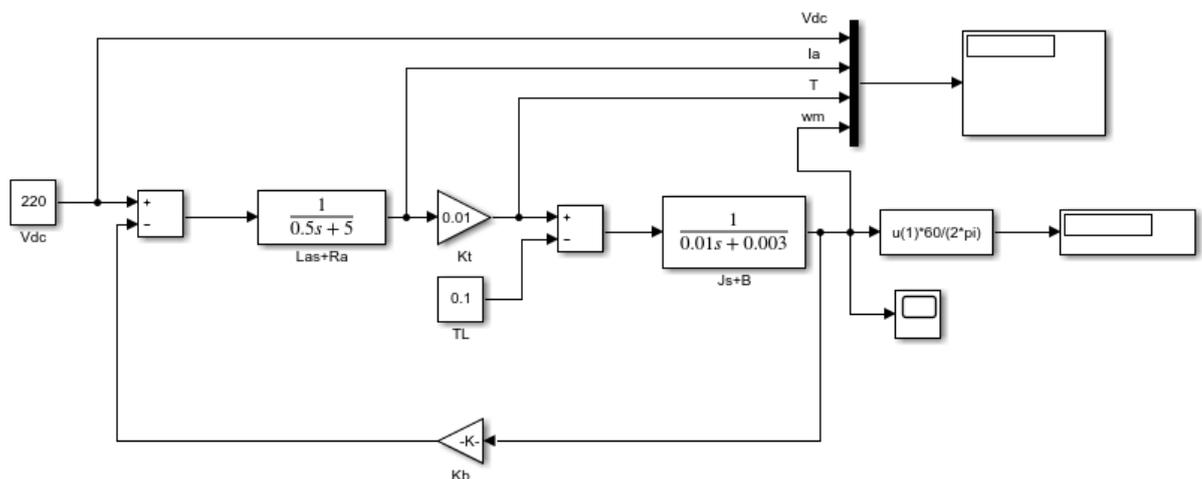
3. Maka akan muncul Workspace seperti gambar dibawah ini



Gambar 5.4

4. Untuk memunculkan block yang dibutuhkan masuk kedalam library browser dan mengikuti seperti percobaan sebelumnya dan mengambil block sesuai dengan kebutuhan.

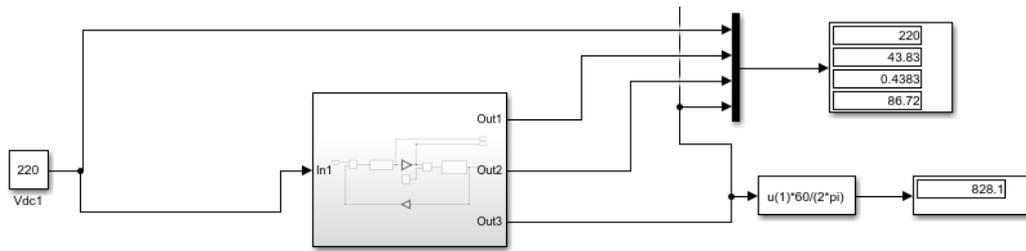
5. Buatlah alur block untuk pemodelan motor DC seperti gambar di bawah ini



Gambar 5.5 Pemodelan Motor DC menggunakan Simulink

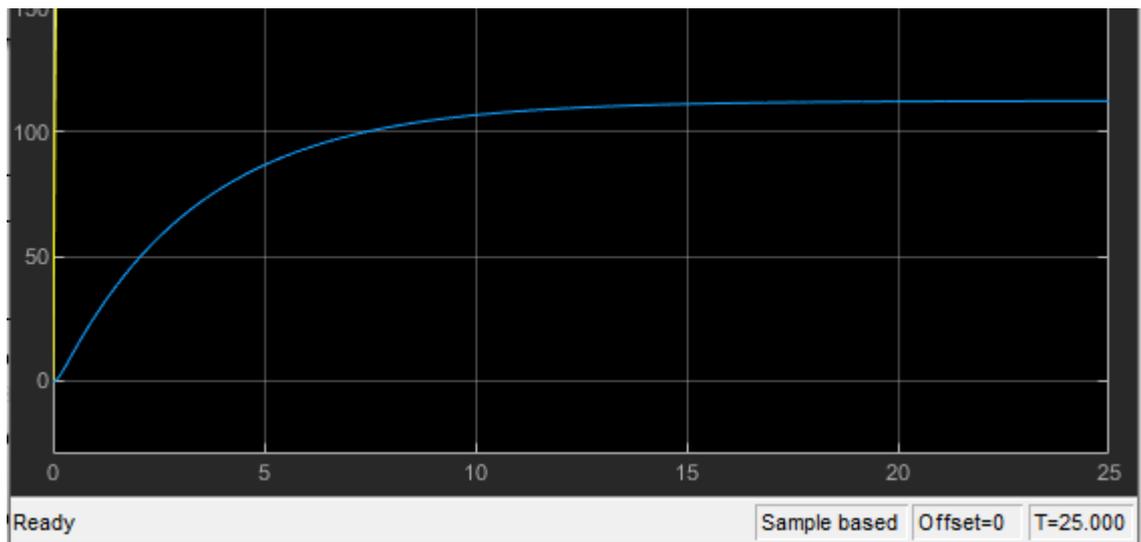
6. Membuat system menjadi sub-sistem dengan menggunakan fasilitas “create subsystem from selection” dengan cara blok system yang dibutuhkan dan klik kanan pada salah satu block fungsi.

7. Jika berhasil maka akan muncul seperti gambar dibawah ini



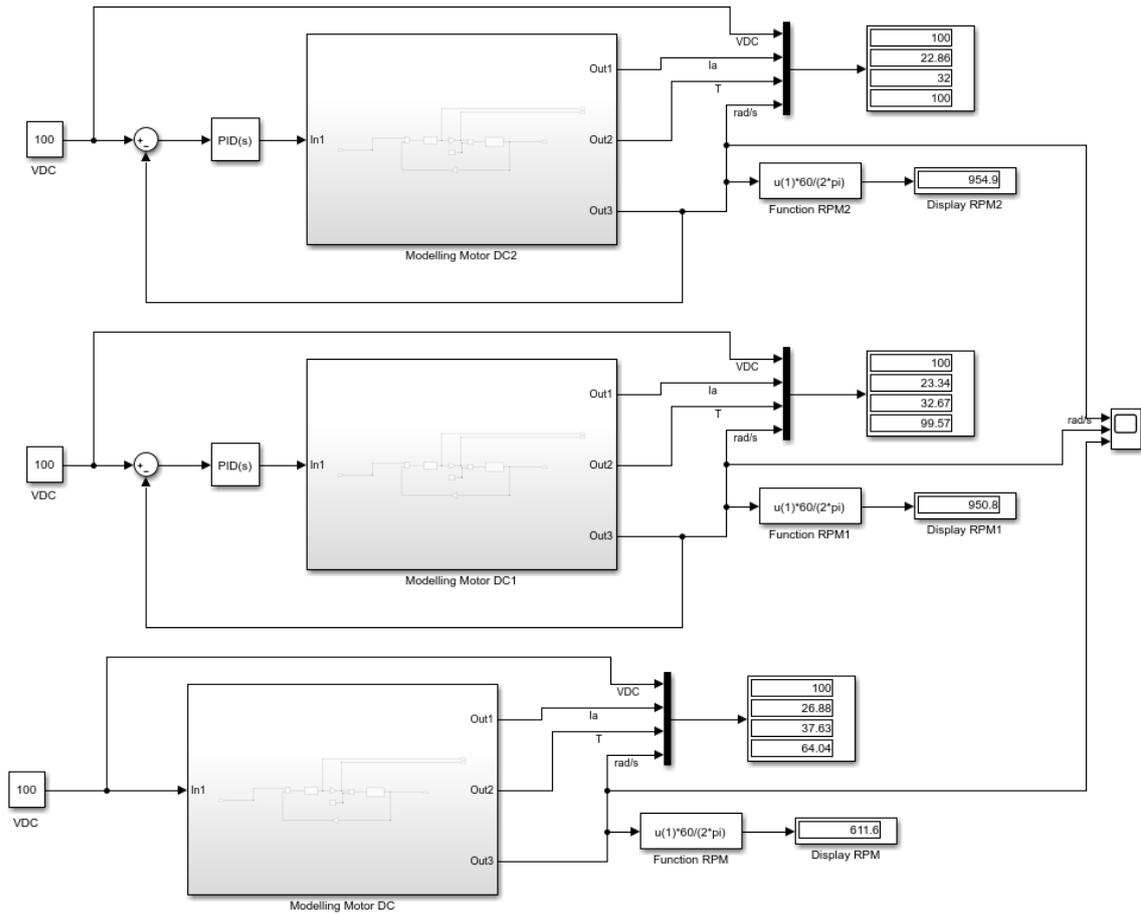
Gambar 5.6 Subsystem Pemodelan Motor DC

8. Jika telah selesai maka pilih icon RUN untuk mengetahui hasil dari model motor dc yang dibuat dan dapat dilihat pada scope sehingga akan menghasilkan sinyal seperti gambar dibawah ini.



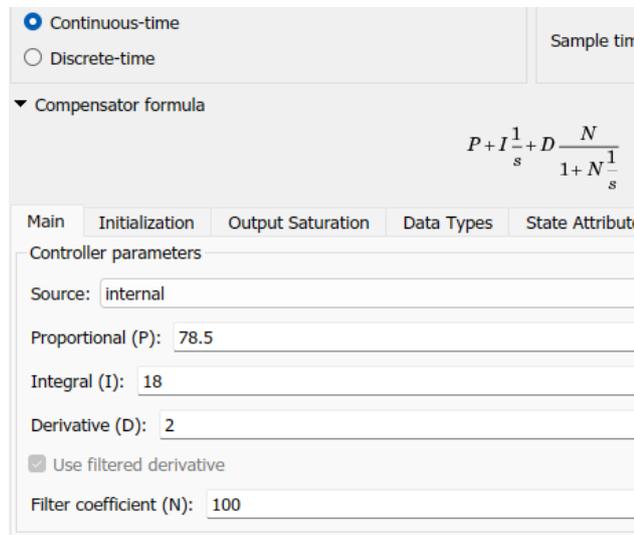
Gambar 5.7 Hasil Sinyal pada Scope

9. Selanjutnya membuat alur block seperti gambar dibawah ini.



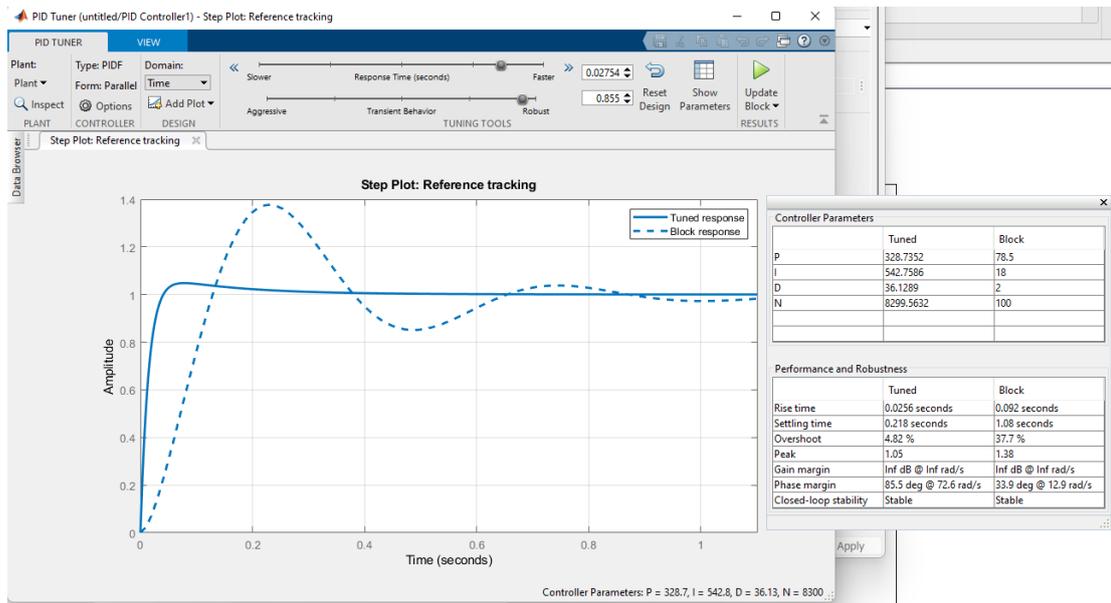
Gambar 5.8 Block System dengan PID dan tanpa PID

10. Masukkan Nilai PID



Gambar 5.9 Masukan Nilai PID Pemodelan Motor DC

11. Pada controller PID tambahkan nilai P, I, D dengan menggunakan fasilitas “Tune” sehingga dapat mendekati nilai seperti gambar dibawah ini



Gambar 5.10 Tune PID Pemodelan Motor DC

Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	328.7352	78.5
I	542.7586	18
D	36.1289	2
N	8299.5632	100

Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	0.0256 seconds	0.092 seconds
Settling time	0.218 seconds	1.08 seconds
Overshoot	4.82 %	37.7 %
Peak	1.05	1.38
Gain margin	Inf dB @ Inf rad/s	Inf dB @ Inf rad/s
Phase margin	85.5 deg @ 72.6 rad/s	33.9 deg @ 12.9 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

Gambar 5.11 Parameter Tune PID Pemodelan Motor DC

12. Lalu pilih “Update Block” dan pilih icon “Run”

13. Ambil gambar sinyal yang dihasilkan dan amati

5.4 Data Hasil Percobaan

Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Sistem Motor DC dengan PID dan Tanpa PID

Gambar 5.13 Grafik Titik Koordinat Sistem Motor DC dengan PID dan Tanpa PID

5.5 Analisa Data

5.6 Kesimpulan