



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

JOB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 3	Pengendali Putaran Motor dengan Relay Photo Listrik	200 menit	
No. : JST/EKA/EKA6227/01	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 3

A. KOMPETENSI

Mampu memahami karakteristik sistem kendali terbuka dan sistem kendali tertutup dengan model on/off, disertai kasus-kasus nyata dalam sistem kendali continuous dengan menggunakan komponen elektronik

B. SUB KOMPETENSI

Setelah melaksanakan praktek mahasiswa diharapkan dapat :

1. Menyebutkan kegunaan relay photo listrik dalam pemakaian peralatan sehari-hari.
2. Menganalisis kondisi statis dari rangkaian saat aktif dan tak aktif.

C. ALAT DAN BAHAN

1. Modul unit praktek.
2. Motor 6 V DC.
3. Miliampere dan Multimeter.
4. Sumber tegangan DC.
5. Kabel penghubung secukupnya.

D. KESELAMATAN KERJA

1. Bekerjalah dengan keadaan tanpa tegangan pada saat membuat rangkaian dan mengubah rangkaian
2. Jauhkan peralatan yang tidak diperlukan dari meja kerja
3. Gunakan alat ukur dengan cara yang benar

E. LANGKAH KERJA :

1. Ukur dan catat tahanan photocell dengan Ohmmeter. Tutup photocell dengan tangan hingga tak ada sinar yg masuk ke permukaannya.
 R (tidak ada sinar) =Ohm
2. Sinari dengan lampu kecil 6.3 V DC bagian belakang dari photocell, catat besar tahananannya.
 R (ada sinar) =Ohm
3. Rangkailah sesuai skema dibawah ini dengan benar dan rapi.

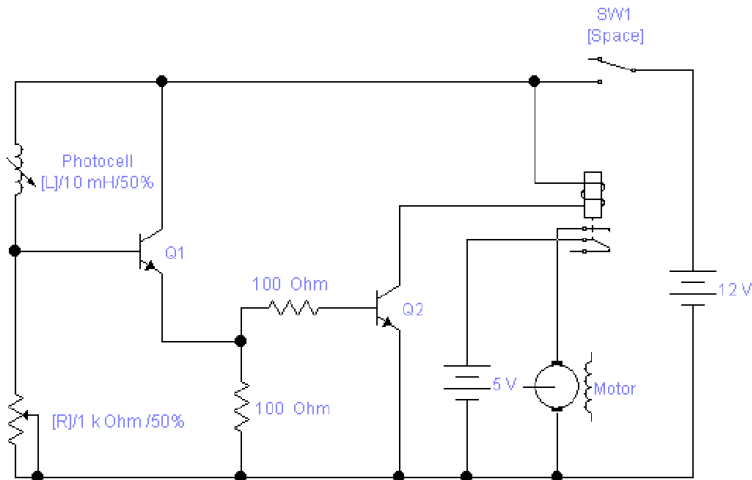
Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

JOB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 3	Pengendali Putaran Motor dengan Relay Photo Listrik	200 menit
No. : JST/EKA/EKA6227/01	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014 Hal 2 dari 3



4. Hubungkan ohmmeter untuk mengetahui posisi kontak dari relay antara *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Terangi photocell dengan lampu kecil dan atur posisi lampu dari jarak dekat ke posisi jauh (iluminasinya dibuat rendah). Dalam hal ini relay akan digunakan untuk menghubungkan arus pada alarm motor dan peralatan lainnya dengan menyesuaikan kemampuan arus relaynya.
5. Tutup saklar SW1 hingga sumber tegangan 12 V DC dan rangkaian siap bekerja. Sinari photocell dengan lampu kecil sehingga rangkain bekerja, ditandai dari kerja relay (Relay Aktif). Jauhkan lampu dari photocell hingga relay tidak aktif sekalipun Potensio Rv diatur. Terangkan proses putus dan hubung Relay akibat jauh dekatnya sinar lampu!
6. Tutup photocell sehingga tak ada sinar jatuh dipermukaannya, ditandai relay tidak aktif. Amati dan ukur tegangan Emitter-base (V_{eb}) dari Q1.
V_{eb} =volt.
Sinari photocell dengan lampu hingga relay aktif, amati dan ukur lagi V_{eb}.
V_{eb} (relay aktif) =volt.
Atur posisi lampu dari dekat ke jauh, lakukan beberapa kali dan amati tegangan V_{eb} Q1. Jelaskan permasalahan dari proses tersebut !
7. Dengan cara yg sama seperti langkah 4 dan 5 amati arus colector (I_c) dari Q2 saat relay aktif dan tidak aktif.
 - a. I_c (aktif) =mA
 - b. I_c (tak aktif) =mA
8. Pada saat relay tak aktif hubungkan lampu kecil dng sumber tegangan. Kemudian dekatkan ke photocell, apa yg terjadi ?
Lalu atur Rv (potensiometer) ke kiri dan ke kanan, jelaskan apa yang terjadi!

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

JOB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 3	Pengendali Putaran Motor dengan Relay Photo Listrik	200 menit	
No. : JST/EKA/EKA6227/01	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 3 dari 3

F. TUGAS :

1. Ukur Rpc saat tak ada sinar dan ada sinar.
2. Sebutkan contoh aplikasi rangkaian dlm kehidupan sehari-hari.
3. Lakukan analisis dari rangkaian tersebut.
4. Simpulkan dari hasil praktek dan analisis.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Kendali Tinggi Permukaan Air	200 menit	
No. : JST/EKA/EKA6227/01	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 3

A. KOMPETENSI

Mampu memahami karakteristik sistem kendali terbuka dan sistem kendali tertutup dengan model on/off, disertai kasus-kasus nyata dalam sistem kendali continuous dengan menggunakan komponen elektronik

B. SUB KOMPETENSI

Setelah melaksanakan praktek mahasiswa dapat :

1. Menentukan titik kerja transistor saat aktif dengan tepat dan benar untuk rangkaian Level kontrol.
2. Dapat menentukan besarnya tegangan picu pada gate dan tegangan kerja SCR sebagai komponen aktif pada level kontrol dengan benar.

A. ALAT DAN BAHAN

1. Unit rangkaian Level Kontrol.
2. Lampu Pijar 5 w/220 v AC (sebagai pengganti Motor Pompa listrik).
3. Multimeter.
4. Kabel Penghubung secukupnya.
5. Tempat air dan Airnya.
6. Sumber Tegangan DC 9 V (bila di Unit/modul belum ada sumbernya)

B. KESELAMATAN KERJA

1. Bekerjalah dengan keadaan tanpa tegangan pada saat membuat rangkaian dan mengubah rangkaian
2. Jauhkan peralatan yang tidak diperlukan dari meja kerja
3. Gunakan alat ukur dengan cara yang benar

C. LANGKAH KERJA

1. Siapkan dan rangkai skema dibawah ini dengan benar, jangan menghubungkan dengan sumber tegangan baik AC maupun DC lebih dahulu.

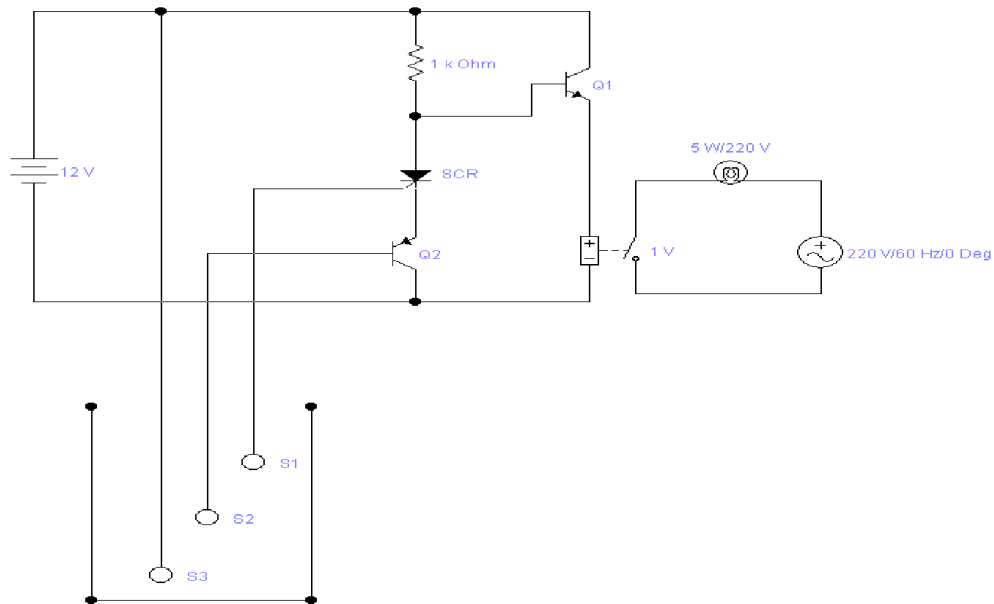
Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Kendali Tinggi Permukaan Air	200 menit
No. : JST/EKA/EKA6227/01	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014 Hal 2 dari 3



2. Periksa dahulu sumber tegangan DC 9 v dan AC 220 V. Periksa Q1 , Q2 dan SCR dng Ohmmeter masih baik/rusak.
3. Tuangkan air ke dalam tangki hingga menyentuh sensor S3. Jika lampu menyala Berarti rangkaian ini baik dan benar, berarti pula Q1 ON. Apabila sebaliknya rangkaian harus diperiksa ulang.
4. Lakukan pengukuran untuk Q1, Q2 dan SCR. Masukkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. (Q1 On ; Q2 off ; SCR off)

Nilai Ukur	V be	Vce	Ic	Ie	Vak	Vag	Vkg	Ik	Ig
	volt	volt	mA	uA	volt	volt	volt	mA	mA
Q1					x	x	x	x	x
Q2					x	x	x	x	x
SCR	x	x	x	x					

5. Tambahkan air ke dalam tangki hingga permukaan air menyentuh sensor S2. Perhatikan kondisi lampu menyala/mati? Sedang kondisi Q1 dan Q2 masing-masing belum terjadi perubahan yg berarti. Lakukan pengukuran pada Q1 dan Q2, masukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. (Q1 On ; Q2 hampir On).

Nilai ukur	Vce	Vbe	Vrb	Vre	Ic	Ib	Ie
	volt	volt	volt	volt	ma	mA	mA
Q1							
Q2							



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Kendali Tinggi Permukaan Air	200 menit	
No. : JST/EKA/EKA6227/01	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 3 dari 3

6. Berikan komentar dari table 2 ini, khususnya pengaruh yg terjadi pada lampu.
7. Tambahkan lagi air ke dalam tangki hingga menyentuh sensor S1. Yang benar lampu dlm kondisi mati, ukur dan masukkan ke dalam table 3.

Tabel 3. (Q1 off ; Q2 on ; SCR on).

Nilai ukur	Vce	Vbe	Vrb	Vre	Ic	Ib	Ie	Vak	Vag	Vkg	Ik	Ig
	volt	volt	volt	volt	mA	uA	mA	volt	volt	volt	mA	mA
Q1								x	x	x	x	x
Q2								x	x	x	x	x
SCR	x	x	x	x	x	x	x					

8. Kosongkan air dari tangki perlahan-lahan (seolah melalui kran). Catatlah hal-hal yg terjadi saat permukaan air melalui sensor S2 dan sampai sensor S3.
9. Hentikan kegiatan dan kembalikan semua peralatan pada tempatnya.
10. Simpulkan secara keseluruhan percobaan tadi berdasar tabel 1, 2 dan 3.

D. TUGAS :

1. Dari data – data diatas buatlah grafik titik kerja transistor Q1 dan Q2.
2. Apa yg menentukan hidup atau mati nya SCR dlm rangkaian Level Kontrol ini ?



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	SCR/Thyristor sebagai Piranti Kendali Kecepatan	200 menit	
No. : JST/EKA/EKA6227/03	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 3

A. KOMPETENSI

Mampu memahami karakteristik sistem kendali terbuka dan sistem kendali tertutup dengan model on/off, disertai kasus-kasus nyata dalam sistem kendali continuous dengan menggunakan komponen elektronik

B. SUB KOMPETENSI

Setelah melaksanakan praktek mahasiswa dapat menganalisa rangkaian sistem kendali putaran motor dengan SCR

A. ALAT DAN BAHAN

1. Modul Unit Praktek.
2. Motor Universal 6 V DC.
3. Sumber DC 5 V dan 1.5 V.
4. Sumber AC 5 V.
5. Kabel Penghubung secukupnya.
6. Oscilloscope (CRO) dan Probe.

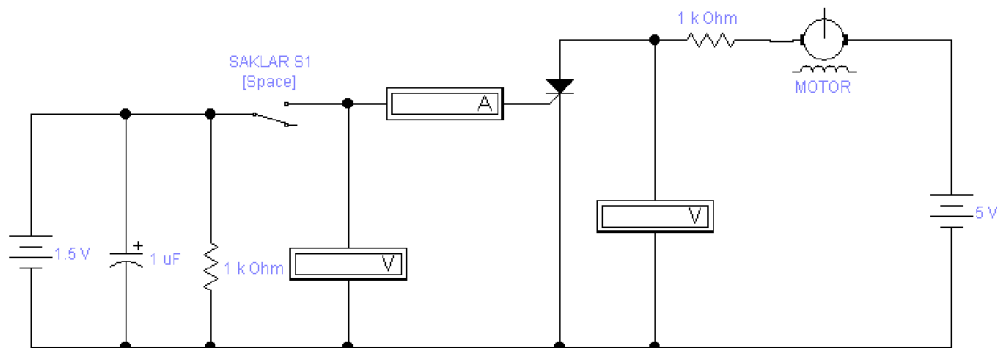
B. KESELAMATAN KERJA

1. Periksa dahulu semua komponen aktif dan pasif sebelum digunakan.
2. Rangkailah sesuai gambar kerja dengan rapi.
3. Laporkan kepada dosen pengampu sebelum memulai pengamatan.

C. LANGKAH KERJA

OPERASI SCR DNG SUMBER TEGANGAN DC

1. Rangkailah sesuai dengan Gambar 1 .



2. Periksa hasil rangkaian dengan dosen pengampu.
3. Hubungkan dengan sumber tegangan 5 V DC, posisi saklar S1 masih terbuka (Off). Pada kondisi ini amati dan catat hasilnya

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



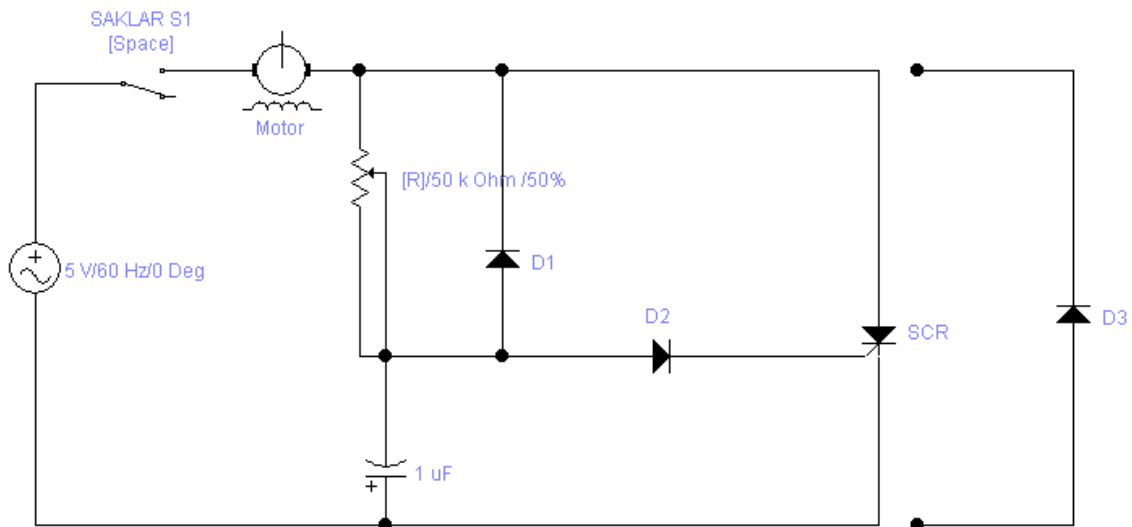
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	SCR/Thyristor sebagai Piranti Kendali Kecepatan	200 menit	
No. : JST/EKA/EKA6227/03	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 2 dari 3

- a. Kondisi motor
- b. Tegangan $V_{a-k} = \dots\dots\dots$ V DC
- c. Tegangan $V_{gk} = \dots\dots\dots$ V DC
- d. Keadaan a-c tersebut menandai SCR dalam kondisi
4. Tutup saklar S1, kemudian atur perlahan-lahan sumber tegangan variabel 0-1.5 V DC. Amati dan catat kondisi ini :
 - a. Kondisi Motor.....
 - b. Arus gate (I_g) maksimum =mA
 - c. Tegangan $V_{gk} = \dots\dots\dots$ V DC
 - d. Arah gerakan jarum Ammeter setelah motor berputar
 - e. Bila sumber tegangan dikembalikan ke 0 V DC, bagaimana arah gerakan jarum Ammeter?
5. Buka saklar S1, kemudian amati dan catat :
 - a. Kondisi motor
 - b. Apakah arus penyulut gate masih berfungsi sbg kendali SCR ?
 - c. Saat SCR tersulut, berapa besar tegangan $V_{ak} = \dots\dots\dots$ volt.
 - d. Sedangkan tegangan $V_{gk} = \dots\dots\dots$ volt.
6. Lepas rangkaian dari sumber tegangan.

OPERASI SCR DNG SUMBER TEGANGAN AC

1. Dengan tidak menghubungkan rangkaian pada sumber tegangan AC 5 Volt dan D3 terlebih dahulu, rangkai sesuai Gambar 2. dengan benar dan rapi.





FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI


Semester : 4	SCR/Thyristor sebagai Piranti Kendali Kecepatan		200 menit
No. : JST/EKA/EKA6227/03	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 3 dari 3

- Periksakan pada dosen pengampu, kemudian catulah rangkaian dengan sumber tegangan 5 V AC. Atur potensimeter Rv perlahan-lahan hingga posisi maksimum. Amati putaran motornya, semakin cepat atau semakin lambat?
- Lepas D1 dari rangkaian. Adakah perubahan putaran motor dari sebelumnya? semakin cepat atau semakin lambat?
- Sambungkan probe CRO pada motor, atur Rv ke posisi minimum. Gambar bentuk gelombangnya yg tampak di layar CRO dengan skala Tegangan dan skala Waktu yg sesuai pada halaman sebalik!
- Variasikan posisi RV (potensio) secara acak! Amati perubahan yang terjadi dilayar CRO, baik amplitudo maupun sinyal gelombang dari motor tersebut! Gambarlah perubahan tersebut dengan menggunakan skala tegangan dan skala waktu yg sesuai!
- Pasang diode D3 sesuai Gambar 2. Atur Potensio Rv perlahan ke posisi maksimum! Amati bentuk gelombang yang terjadi pada motor beserta putarannya! Benarkah putaran motor lebih cepat jika dibandingkan dengan putaran sebelumnya (D1 dilepas)?
- Dengan Diode D3 tetap terpasang, dapatkah putaran motor dihentikan? Bagaimana cara memberhentikan?
- Lepas rangkaian dan kembalikan semua alat/bahan praktek ketempat semula.

D. TUGAS :

- Analisa besar tahanan dalam (Rd) SCR pada langkah kerja A.3 dan A.5 hingga jelas perbedaan antara SCR aktif dan SCR pasif!
- Dari langkah kerja A.3 s/d A.5 ini, apa fungsi atau peran SCR terhadap kerja motor?
- Pada langkah kerja B.3 motor berputar semakin lambat bahkan berhenti total. Mengapa terjadi demikian? Jelaskan!
- Jelaskan mengapa motor pada langkah kerja B.6 lebih cepat bila di bandingkan putaran sebelumnya!
- Pada langkah kerja B.7, benarkah putaran motor dapat dihentikan tertentu? jelaskan mengapa demikian!
- Kemukakan makna/arti dari signal gelombang yg tampak pada layar CRO dari langkah kerja B.4 dan B.5!
- Jika sebuah SCR yg dicatu dng sumber tegangan DC polaritas antara Anode dan Katode ditukar (dibalik), mungkinkah SCR tsb dapat di Trigger/disulut sehingga aktif? Berikan alasan secara teoritis!
- Apa fungsi dari D1 dan D2 pada Gambar B.2?
- Kemukakan salah satu contoh terapan dalam kehidupan sehari-hari (rumah tangga) berkenaan dengan Gambar B.2!
- Buat kesimpulan singkat dari hasil praktek!

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

	FAKULTAS TEKNIK		
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM KENDALI		
	Semester : 4	Pengendali Temperature dengan PTC	200 menit
No. : JST/EKA/EKA6227/04	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 4

A. KOMPETENSI

Mampu memahami karakteristik sistem kendali terbuka dan sistem kendali tertutup dengan model on/off, disertai kasus-kasus nyata dalam sistem kendali continuous dengan menggunakan komponen elektronik

B. SUB KOMPETENSI

Setelah melaksanakan praktek mahasiswa dapat :

1. Menjelaskan prinsip kerja dari rangkaian pengontrol panas dengan PTC.
2. Menganalisa hasil percobaan yang dapat dilihat.
3. Menentukan besaran suhu yang konstan dari PTC.

A. ALAT DAN BAHAN

1. Rangkaian pengontrol panas penguji PTC.
2. Trafo 220 V/6 V / 1-2 A
3. Heater berupa Lampu Pijar 100w/220 V.
4. Ammeter AC batas ukur 2.5 A.
5. Miliampere DC 100mA.
6. Multimeter.
7. Thermometer.
8. Kabel penghubung secukupnya.

B. KESELAMATAN KERJA

1. Hati-hati dalam menentukan polaritas trafo! Periksa dahulu phasa dan netralnya, jangan sampai terbalik!
2. Perhatikan juga batas dan jenis alat ukur yg digunakan.
3. Jangan bersendau gurau saat melakukan percobaan.

C. LANGKAH KERJA

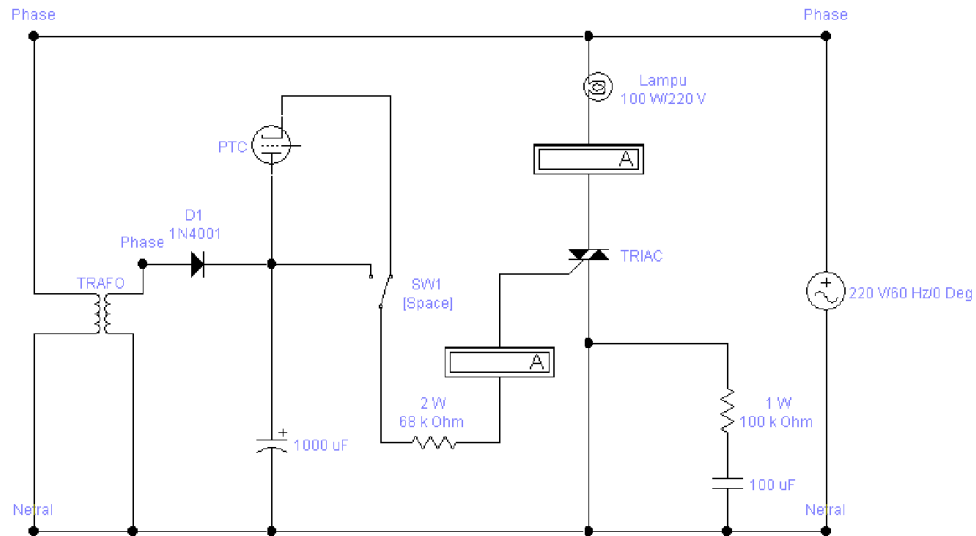
1. Siapkan perangkat dan peralatan yang akan digunakan praktek.
2. Rangkailah sesuai skema dengan benar dan rapi. Jangan menghubungkan ke sumber tegangan terlebih dahulu.
3. Periksa pada dosen pengampu hasil rangkaian.
4. Letakkan posisi saklar pada posisi auto, ukur terlebih dulu tahanan awal PTC pada suhu ruangan. Dekatkan PTC pada lampu, periksa kembali tahanannya.
5. Hubungkan rangkaian ke sumber tegangan, amati dan catat penunjukan : I_g ; I_b dll sesuai dengan tabel yg tersedia!
6. Ulangi langkah No. 5 untuk penunjukan thermometer 40, 50 derajat dan seterusnya.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Pengendali Temperature dengan PTC	200 menit
No. : JST/EKA/EKA6227/04	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 2 dari 4



7. Perlu diperhatikan bahwa beberapa saat kemudian lampu akan mati. Pada saat lampu mati, amati dan catat semua penunjukan alat ukur dan juga temperature-nya. Kemudian tunggu lampu akan hidup lagi . Pada saat lampu menyala catat penunjukan meter dan temperature-nya.
8. Biarkan lampu tetap hidup, dan beberapa saat lampu akan mati lagi. Pada saat lampu mati, lepaskan rangkaian dari sumber tegangan. Ukur tahanan PTC dengan cepat, kalau kurang cepat tahanannya akan semakin turun.
9. Kembalikan alah dan bahan ke tempat semula.

D. TUGAS PERCOBAAN

- a. Suhu Kamar =C
- b. Tahanan awal PTC =Ohm
- c. Tahanan Akhir PTC =ohm



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4

Pengendali Temperature dengan PTC

200 menit

No. : JST/EKA/EKA6227/04

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 3 dari 4

Tabel 1. Saat Pertama Rangkaian Bekerja

Suhu	Ig (mA)	Ib (A)	Va1-a2 (V)	Va1-g (V)	Va2-g (V)	Vptc (V)
Saat suhu kamar						
30						

Tabel 2. Saat Lampu Mati

Suhu	Ig (mA)	Ib (A)	Va1-a2 (V)	Va1-g (V)	Va2-g (V)	Vptc (V)


Tabel 3. Saat Lampu Menyala Kembali

Suhu	Ig (mA)	Ib (A)	Va1-a2 (V)	Va1-g (V)	Va2-g (V)	Vptc (V)

Dibuat oleh :

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :

	FAKULTAS TEKNIK		
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM KENDALI		
	Semester : 4	Pengendali Temperature dengan PTC	200 menit
No. : JST/EKA/EKA6227/04	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 4 dari 4

E. TUGAS LAPORAN

1. Gambarkan sekali lagi rangkaian pengendali temperature tersebut lengkap dengan harga/type/spesifikasi komponen yang terpasang.
2. Berapa besar arus dan tegangan gate TRIAC saat lampu mulai menyala? Berapa pula saat lampu menyala Normal ?
3. Berapa tetapan waktu (time Konstan) pada pertanyaan butir 2 diatas dan berapa pula variasi nilai R thermistor/PTC?
4. Bagaimana kalau PTC diganti dengan NTC? beri komentar/alasan!
5. Ceritakan secara singkat cara kerja rangkaian yg dipraktekkan!

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Pengantar Matlab dan Simulink	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/05	Revisi : 01	Tgl. : 1 Feb 2014
		Hal 1 dari 4

A. KOMPETENSI

Mampu menggunakan simulasi sistem kendali berbasis perangkat lunak Matlab dan Simulink

B. SUB KOMPETENSI

Setelah selesai praktik diharapkan mahasiswa dapat:

1. Mengkaji operasi dasar paket program MATLAB.
2. Mengkaji operasi fungsi matematik.

C. KAJIAN SINGKAT :

1. Pengantar :

MATLAB merupakan salah satu bahasa dengan performa tinggi yang dirancang untuk menyelesaikan persoalan komputasi teknik. Bahasa ini mempunyai ketepatan dalam hal komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam mana setiap persoalan diekspresikan dengan notasi matematik. Perangkat lunak ini setidaknya mengandung :

- Komputasi dan matematik.
- Pengembangan algoritma.
- Pemodelan, simulasi, dan prototipe.
- Analisis data, eksplorasi, dan visualisasi.
- Grafik untuk sains dan teknologi.
- Pengembangan aplikasi.

Berdasarkan ragam fasilitas yang tersedia dalam MATLAB, saudara diajak untuk mencoba fungsi-fungsi dasar dari MATLAB, khususnya yang berkaitan dengan silabi matakuliah Dasar Sistem Kendali.

2. Matriks :

Untuk menyelesaikan persamaan yang bersifat “kolosal”, penyelesaian yang relatif “mudah” adalah dengan memanfaatkan matrik sebagai salah satu solusinya.

Bentuk umum :

$$\mathbf{A} \mathbf{x} = \mathbf{b}$$

dimana : A = Matrik dengan ukuran m x n.

\mathbf{x} = vektor kolom

\mathbf{b} = vektor kolom

$$\begin{array}{ccccccccc}
 a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} & x_1 & = & b_1 \\
 a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} & x_2 & = & b_2 \\
 a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} & x_3 & = & b_3 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} & x_m & = & b_m \\
 \mathbf{A} & & & & & \mathbf{x} & & \mathbf{b}
 \end{array}$$



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Pengantar Matlab dan Simulink	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/05	Revisi : 01	Tgl. : 1 Feb 2014
		Hal 2 dari 4

Untuk mencari p,q,r,x,y,dan z sesungguhnya yang paling penting adalah mencari terlebih dahulu Invers dari Matriks A, baru kemudian mengalikannya dengan vektor kolom b, atau dapat dicari sebagai berikut :

$$\mathbf{A} \mathbf{x} = \mathbf{b}$$
$$\mathbf{A}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{b}$$

Karena Matriks dikalikan dengan inversnya adalah matriks Identitas (matriks satu satuan), maka :

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{b}$$

D. ALAT/INSTRUMENT/APARATUS/BAHAN

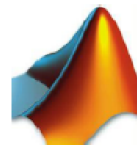
1. Personal Computer (PC)
2. Software MATLAB

E. KESELAMATAN KERJA

1. Pastikan personal computer (PC) telah terinstall dengan baik
2. Jangan mengubah-ubah setting pada system operasi PC

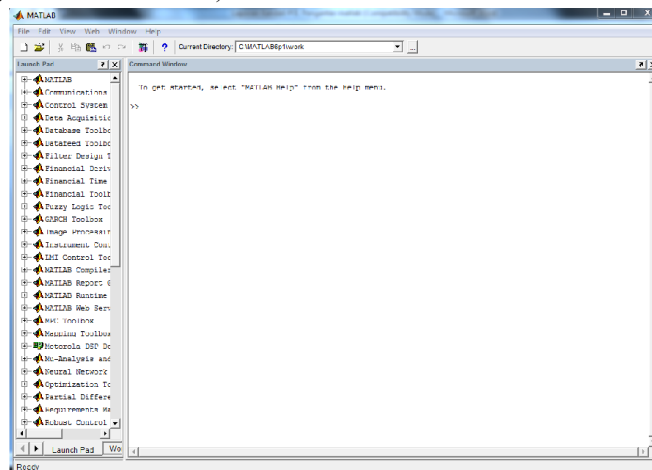
F. LANGKAH KERJA :

1. Memulai matlab



Gambar 1. Icon MATLAB pada dekstop

2. Aktifkan editor pada program MATLAB (saudara dapat menggunakan editor yang lain, sepanjang dalam format *.m)



Gambar 2. Tampilan awal MATLAB

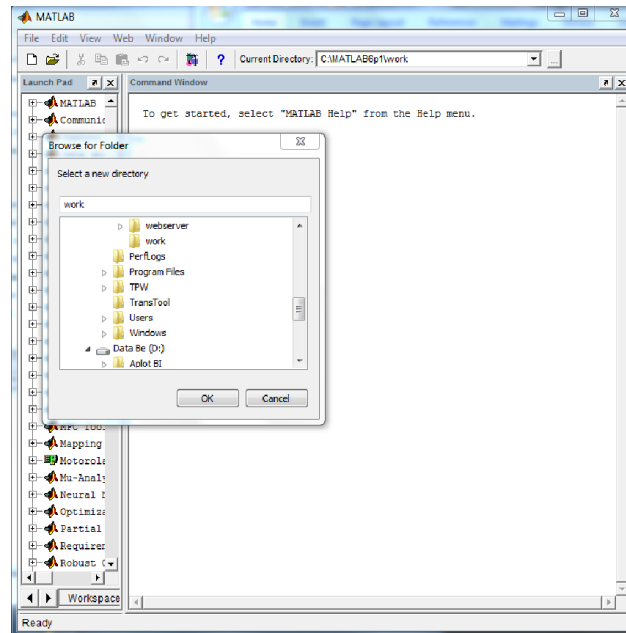
3. Menentukan direktori tempat bekerja.

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI**

Semester : 4	Pengantar Matlab dan Simulink	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/05	Revisi : 01	Tgl. : 1 Feb 2014



Gambar 3. Menentukan Folder tempat program

4. Cari nilai p, q, r, x, y, dan z dari keenam persamaan di bawah ini

- $$2p + 3q - 4r + 5x + 6y - 7z = 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$
- $$3p - 4q + 5r + 6x - 7y + 2z = 2 \quad \dots\dots\dots (2)$$
- $$-4p + 5q + 6r - 7x + 2y + 3z = 3 \quad \dots\dots\dots (3)$$
- $$5p + 6q - 7r + 2x + 3y - 4z = 4 \quad \dots\dots\dots (4)$$
- $$6p - 7q + 2r + 3x - 4y + 5z = 5 \quad \dots\dots\dots (5)$$
- $$-7p + 2q + 3r - 4x + 5y + 6z = 6 \quad \dots\dots\dots (6)$$

Caranya :

- a. Kelompokkan matrik **A**, **x**, dan **b** dalam *comand window*, contoh mengelompokkan matrik **A**

```
>> d=[+2 +3 -4 +5 +6 -7;+3 -4 +5 +6 -7 +2;-4 +5 +6 -7 +2 +3;+5 +6 -7 +2 +3 -4;+6 -7 +2 +3 -4 +5;-7 +2 +3 -4 +5 +6]
```

Kemudian tekan enter:

- b. Lakukan proses inversi pada matriks **A**
c. Hasilnya kalikan dengan vektor kolom **b**.

5. Menggambar grafik

- a. Ketik dalam *comand window*

```
>> time = [0:0.001:0.099];
>> x = cos(0.1*pi*(0:99));
>> plot(time,x)
>> xlabel('time (msec)')
>> ylabel('x(t)')
```

- b. Tekan enter, amati gambar yang dihasilkan



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI

Semester : 4	Pengantar Matlab dan Simulink	200 menit	
No. : LST/EKA/EKA6227/05	Revisi : 01	Tgl. : 1 Feb 2014	Hal 4 dari 4

6. Menuliskan Fungsi Alih

- a. Ketikkan dalam comand window

```
>> num = [1 1];  
>> den = [1 2 1];  
>> G = tf ( num,den )
```

- b. Tekan enter

7. Menghitung konstanta ekspansi pecahan parsial, pole dan direct term dari fungsi rasional

- 8. Ketikkan dalam comand window

```
b = [6, -10, 2]  
a = [1, -3, 2, 0]  
sys = tf (b,a)  
[r, p, k] = residue (b,a)
```

- 9. Tekan enter

- 10. Tugas: Mencari konstanta ekspansi pecahan parsial pada pole-pole untuk transformasi z :

$$\frac{Y(z)}{z} = \frac{0.6z^3 + 0.8z^2 - 0.4z + 1}{z^3 - 0.7z^2 - 0.7z + 0.4}$$

G. DISKUSI

Buatlah suatu Jaringan R,L,C (variasi jaringan dapat seperti dalam teori) dan tentukan fungsi alih sistem jaringan.



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Mengenal berbagai macam sinyal input	200 menit	
No. : LST/EKA/EKA6227/06	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 5

A. KOMPETENSI

Mampu menggunakan simulasi sistem kendali berbantuan perangkat lunak Matlab dan Simulink: stabilitas sistem, penolakan gangguan, kompensator, response system.

B. SUB KOMPETENSI

Setelah mengikuti praktikum mahasiswa dapat mengenal berbagai macam sinyal input dan memahami respon waktu.

C. TEORI DASAR

Pengantar :

SIMULINK merupakan paket program yang menyediakan berbagai ragam fasilitas pemodelan, simulasi, dan analisis dinamik suatu sistem. Lingkup pemodelan pada paket program ini menggunakan blok diagram sebagai media untuk menyusun model yang hendak direalisasikan. Dalam pemodelan dimungkinkan untuk merubah parameter-parameter blok sistem, baik secara sendiri-sendiri atau secara bersamaan. Sedangkan dalam lingkup simulasi SIMULINK telah menyediakan fasilitas untuk berbagai ragam sinyal masukan dan beberapa indikator keluaran. Untuk analisis dinamik sistem perangkat ini telah menyediakan dalam *toolboxes* pada MATLAB.

Pada percobaan ini praktikan diajak untuk mencoba ragam fasilitas pada SIMULINK, khususnya yang berkaitan dengan silabi matakuliah Sistem Kendali 1.

1. Sinyal Masukan :

Sinyal masukan/referensi yang digunakan dalam sistem kendali antara lain : Unit step, unit impuls, unit ramp, random, generator pulsa, dll. Masing-masing sinyal tersebut dapat digunakan sebagai masukan sistem dengan cara *drag & drop* antara *browser library* dengan halaman kerja.

2. Blok Diagram :

Blok diagram dalam SIMULINK secara umum berisi unit penjumlah/pengurang, persamaan karakteristik sistem (termasuk unit umpan balik), dan unit gangguan. Dalam blok diagram tersebut persamaan karakteristik sistem berbasis fungsi-s untuk sinyal analog dan berbasis fungsi-z untuk sinyal diskrit.

3. Indikator Keluaran :

Ragam indikator keluaran dalam SIMULINK terdiri dari tampilan grafik dan tampilan nilai kuantitas. Ragam indikator antara lain berisi Oscilloscope, meter, xy recorder, graph, dan lain-lain.

Respon Waktu

Adalah sesuatu hal yang sangat penting. Ketika kita mendesain sebuah sistem, respon waktu adalah utama yang harus diperhatikan karena :

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Mengenal berbagai macam sinyal input	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/06	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 2 dari 5

1. Kita akan mengetahui seberapa cepat sistem memberikan response terhadap masukan. Contoh : seberapa cepat kendali temperatur kita meresponse terhadap perubahan suhu yang ada.
2. Dari response waktu ita akan mengetahui, apakah overshoot? Dan sejauh mana sistem menjadi tidak stabil?
3. Dari response waktu kita akan mengetahui, apakah ada osilasi? osilasi adalah sesuatu yang diharapkan.
4. Dari response waktu kita akan mengetahui, seberapa jauh sistem akurat? Kita akan dapat menghitung besarnya SSE.

Respon Sistem Orde Pertama

Bentuk umum sistem orde satu

$$\frac{G_{dc}}{\tau s + 1}, \text{ dimana :}$$

Gdc gain Dc ke arah maju

τ = time konstan

t, the time constant, akan menentukan seberapa cepat sistem mencapai kondisi steady state.

Gdc, the Dc gain of sistem, akan menentukan sejauh mana besarnya response saat steady state.

D. ALAT/INSTRUMENT/APARATUS/BAHAN

1. Personal Computer (PC)
2. Software MATLAB

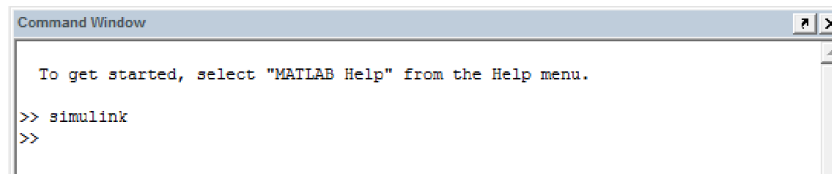
E. KESELAMATAN KERJA

1. Pastikan personal computer (PC) telah terinstall dengan baik
2. Jangan mengubah-ubah setting pada system operasi PC

F. LANGKAH KERJA

Berbagai macam input

1. Menyiapkan program MATLAB pada komputer.
2. Memilih dan mengklik Library browser SIMULINK dengan mengetikkan “simulink” di comand window.

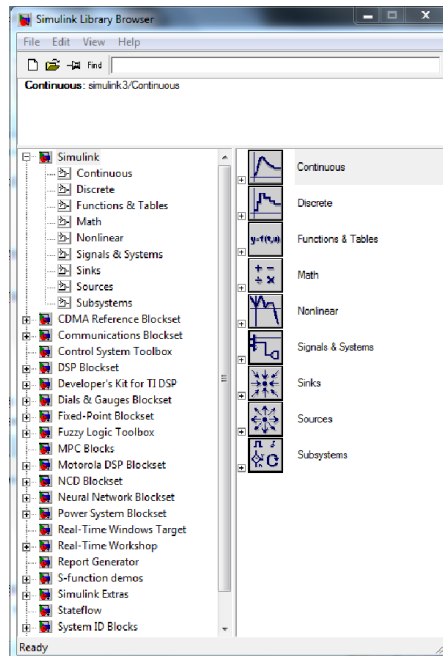


Gambar 1. Menampilkan library browser simulink



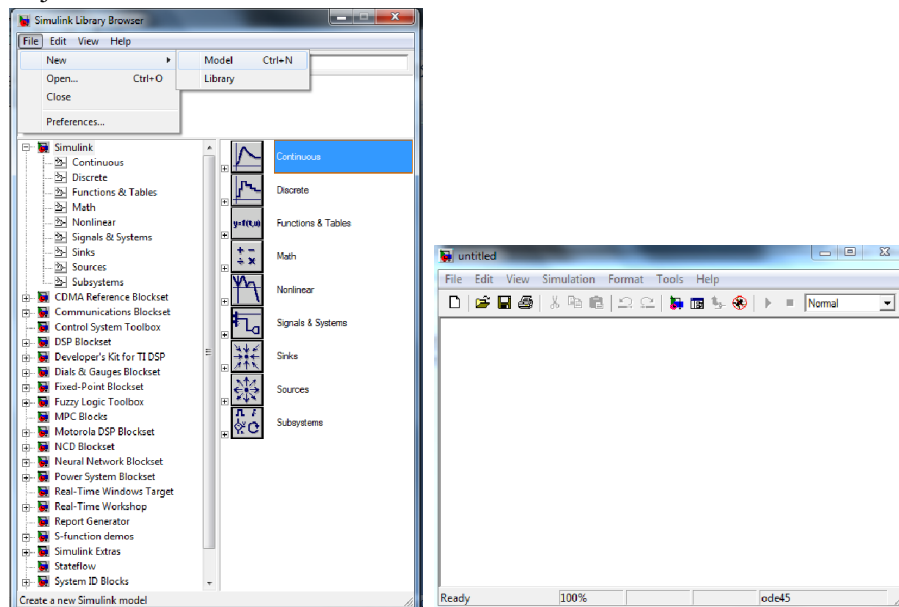
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Mengenal berbagai macam sinyal input	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/06	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 3 dari 5



Gambar 2. Simulink library browser

- Memilih dan mengklik new pada sisi kiri atas, dan mulai mengambil sinyal masukan, blok diagram, dan indikator yang diperlukan dengan cara drag & drop pada media kerja.



Gambar 3. Untuk Menggambarkan Blok Diagram

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :

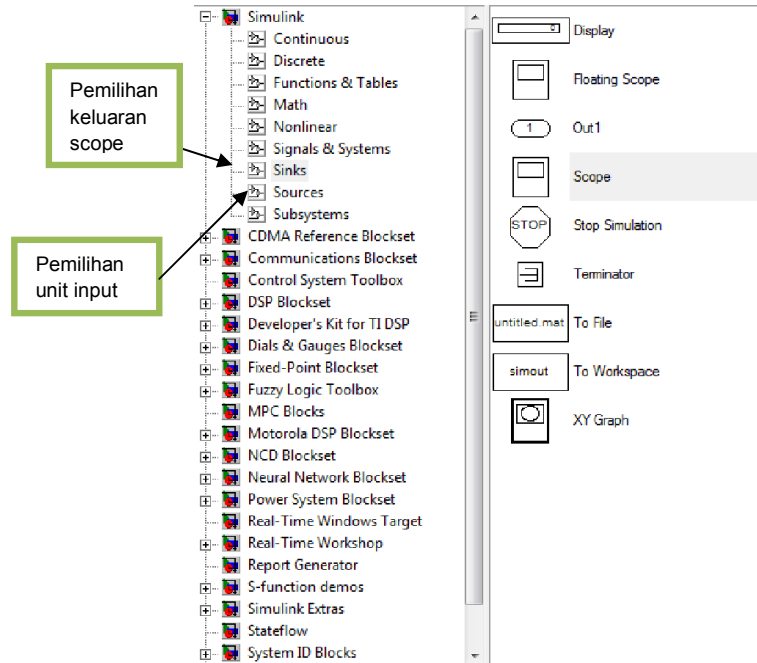


**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

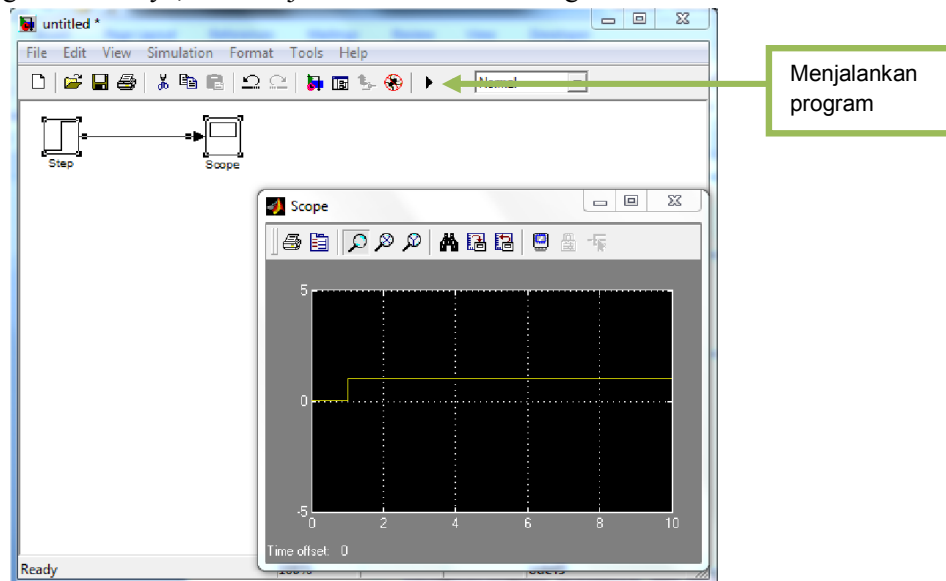
Semester : 4	Mengenal berbagai macam sinyal input	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/06	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 4 dari 5

4. Memilih unit input step dan menguji unit keluaran scope.



Gambar 4. Pemilihan input/output

5. Menghubungkan keduanya, dan menjalankan kemudian mengamati.



Gambar 5. Tampilan scope dengan input unit step

6. Mengubah parameter yang ada pada unit step (klik unit step), kemudian amati dan catat perubahan pada keluaran scope-nya.



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

Mengenal berbagai macam sinyal input

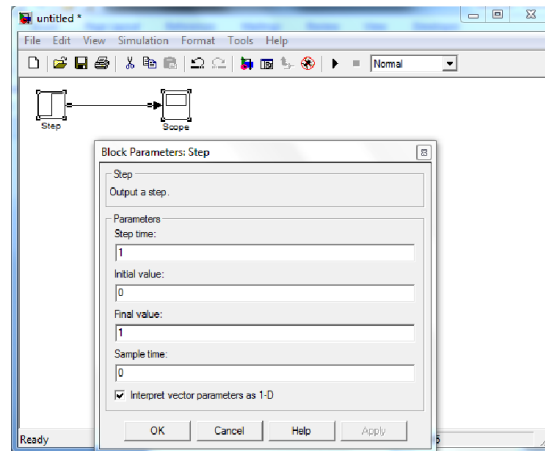
200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/06

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 5 dari 5

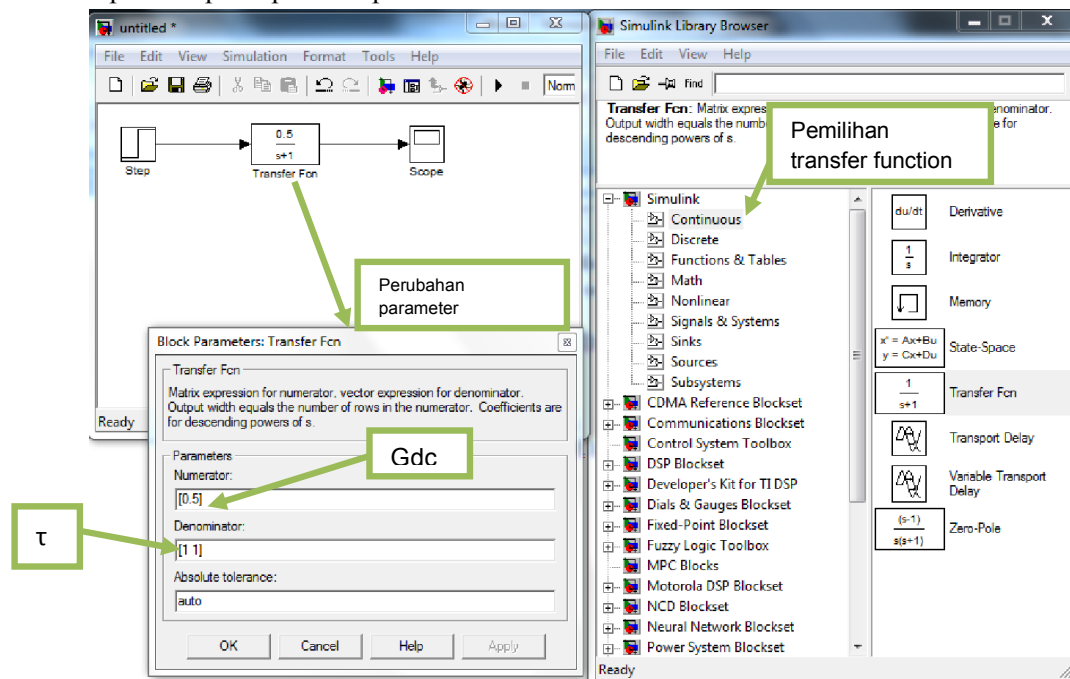


Gambar 6. Blok parameter step

7. Mengulangi langkah di atas dengan unit input : RAMP, IMPULSE, SINUS

Response Waktu

1. Membuat plant dan transfer function, Diketahui plant orde 1. $G_{dc} = 0,5$ dan $\tau = 1$. Input berupa step dan impulse.



Gambar 7. Plant dan transfer function

2. Mengulangi dengan mengganti – ganti harga τ dan G_{dc} .
3. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

G. EVALUASI

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Respon Sistem orde 2	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/07	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 1 dari 4

A. KOMPETENSI

Mampu menggunakan simulasi sistem kendali berbantuan perangkat lunak Matlab dan Simulink: stabilitas sistem, penolakan gangguan, kompensator, response system.

B. SUB KOMPETENSI

Setelah mengikuti praktikum mahasiswa dapat mensimulasikan tanggapan system orde 2 terhadap input tertentu dan menghitung *Rise time (Tr)*, *peak time (Tp)*, dan *settling time (Ts)*.

C. TEORI SINGKAT

Respon Sistem Orde 2

Bentuk persamaan defferensial orde 2 :

$$\frac{d^2}{dt^2}x(t) + 2\zeta\omega_n \frac{dx}{dt} + \omega_n^2 x(t) = Gdc\omega_n^2 u(t)$$

Dengan

$x(t)$ = Respon sistem

$u(t)$ = Input sistem

ζ = Damping ratio

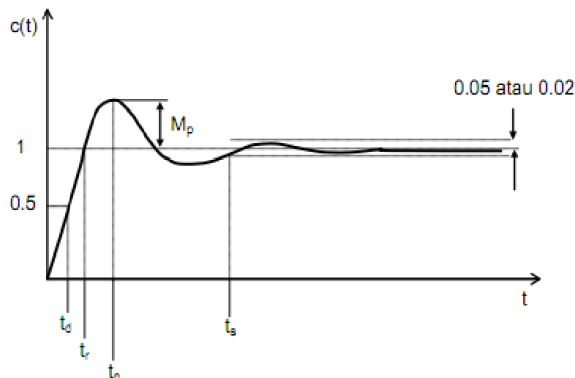
ω_n = Undamped natural frequency

Gdc = The DC gain of the system

Jika dibentuk dalam Transformasi Laplace dan dicari fungsi alihnya, maka didapatkan :

$$Tf = \frac{x(t)}{u(s)} = \frac{Gdc.\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

Rise time (Tr), peak time (Tp), settling time (Ts).



Waktu tunda (td) : Waktu yang diperlukan agar tanggapan mencapai 50 % nilai akhir pertama kali.

Waktu naik (tr) : Waktu yang dibutuhkan agar tanggapan naik dari :

- 0 % ke 100 % dari nilai akhirnya (teredam kurang)

- 10 % ke 90 % dari nilai akhirnya (teredam lebih)

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Respon Sistem orde 2	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/07	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 2 dari 4

Waktu Puncak (tp) : Waktu yang dibutuhkan agar tanggapan mencapai puncak simpangan pertama kali.

Waktu Menetap (ts) : Waktu yang dibutuhkan agar kurva tanggapan mencapai dan tetap berada di dalam batas-batas yang dekat dengan nilai akhir. Batas-batas tersebut dinyatakan dalam presentase mutlak dari nilai akhir (2% atau 5%).

D. ALAT/INSTRUMENT/APARATUS/BAHAN

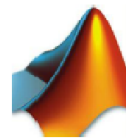
1. Personal Computer (PC)
2. Software MATLAB

E. KESELAMATAN KERJA

1. Pastikan personal computer (PC) telah terinstall dengan baik
2. Jangan mengubah-ubah setting pada system operasi PC

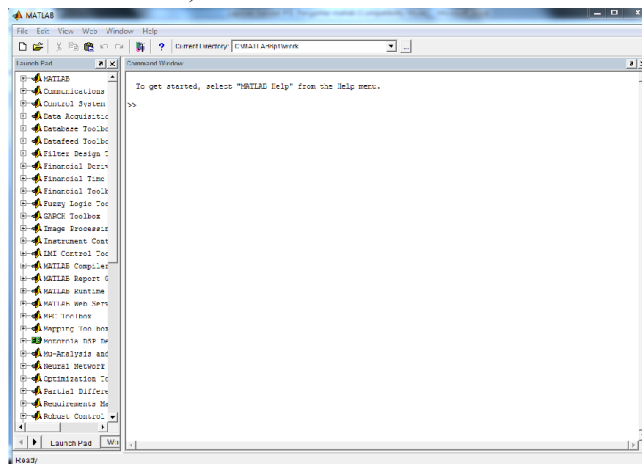
F. LANGKAH KERJA

1. Memulai matlab



Gambar 1. Icon MATLAB pada dekstop

2. Aktifkan editor pada program MATLAB (saudara dapat menggunakan editor yang lain, sepanjang dalam format *.m)



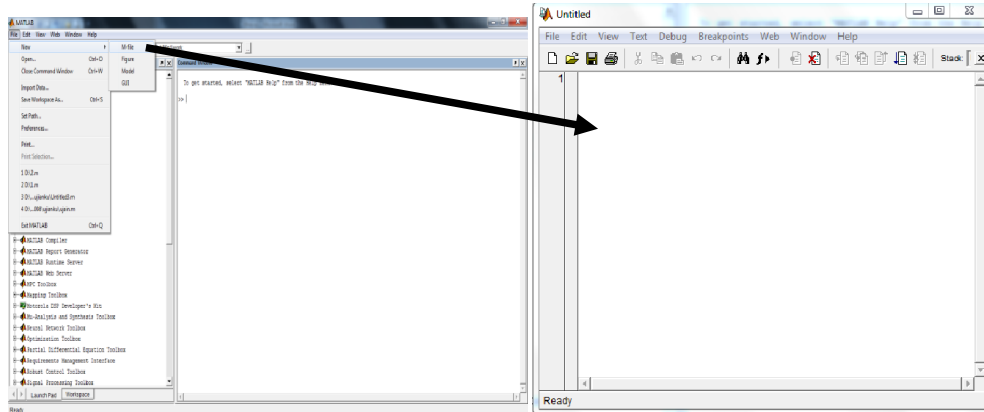
Gambar 2. Tampilan awal MATLAB



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Respon Sistem orde 2	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/07	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 3 dari 4

3. Buka m-file



Gambar 3. Tampilan M-file

4. Mengetik program-program berikut dalam M-File, memberi nama yang sesuai dengan isinya.

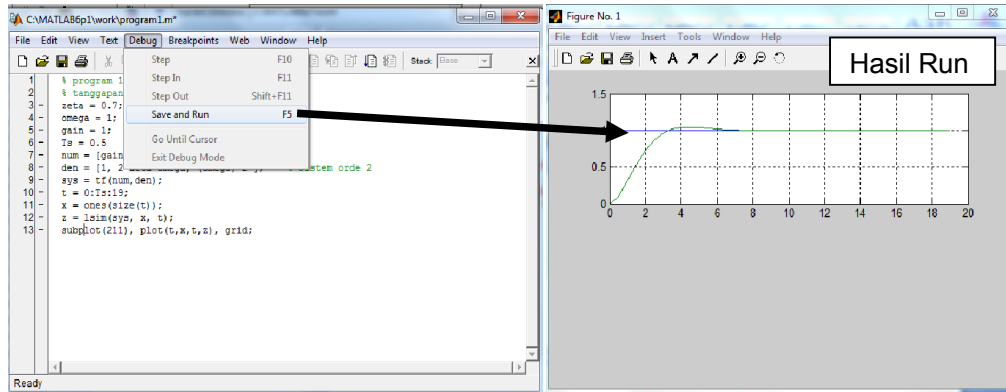
```
% program 1
% tanggapan waktu dari suatu sistem orde 2
zeta = 0.7;    % koefisien redaman
omega = 1;
gain = 1;
Ts = 0.5
num = [gain*(omega)^2 ];
den = [1, 2*zeta*omega, (omega)^2 ];    % sistem orde 2
sys = tf(num,den);
t = 0:Ts:19;
x = ones(size(t));
z = lsim(sys, x, t);
subplot(211), plot(t,x,t,z), grid;
```

5. Kemudian di-run.



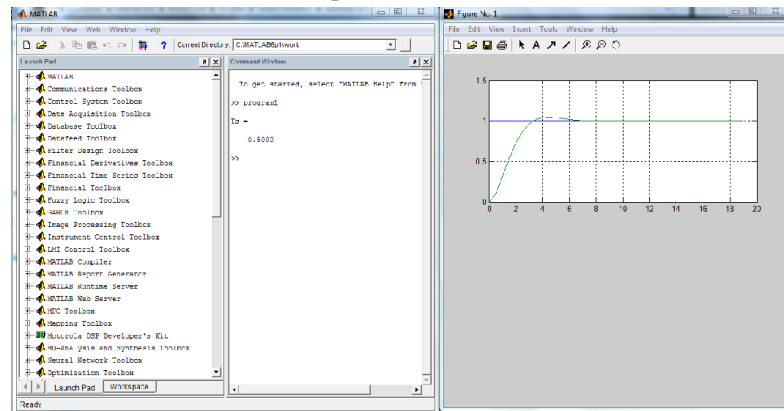
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Respon Sistem orde 2	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/07	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
Hal 4 dari 4		



Gambar 4. M-file dan figure

Selain itu menjalankan program dapat dilakukan dengan cara mengetikkan nama file program ke dalam *command window* seperti berikut:



Gambar 4 Menampilkan figure dari comand window

6. Memperhatikan dan mencatat hal-hal yang penting, lalu mengerjakan tugas-tugas yang diberikan.

G. TUGAS

1. Mengganti nilai zeta berturut-turut dengan 0.2, 0.5, 0.8, 1, dan 1.3. Mengamati perubahan pada tampilan dan mencatat masing-masing t_r , t_p dan t_{snya} .
2. Mengatur nilai zeta pada 0.3, mengubah nilai omega mulai 0.5, 0.8, 1, 1.5. Mengamati dan menggambar hasilnya. Menyimpulkan pengaruh perubahan omega.
3. Mengembalikan nilai omega pada 1 dan zeta pada 0.3, mengubah nilai gain mulai 0.5, 0.8, 1, 1.5. Mengamati dan memberi kesimpulan.

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID Untuk Plant Orde 1	200 menit	
No. : LST/EKA/EKA6227/08	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 4

A. KOMPETENSI

Mampu menjelaskan kegunaan masing-masing komponen kontroler PID

B. SUB KOMPETENSI

Mahasiswa dapat menjelaskan kegunaan masing-masing komponen kontroler PID untuk Plant orde 1 dan mampu menempatkannya pada sistem kontrol proses.

C. TUGAS TEORI

1. Pelajari teori tentang aksi kontrol PID
2. Pelajari teori tentang watak sistem orde 1
3. Pelajari teori tentang pengendalian terhadap proses yang mempunyai *delay*

D. ALAT/INSTRUMENT/APARATUS/BAHAN

1. Personal Computer (PC)
2. Software MATLAB

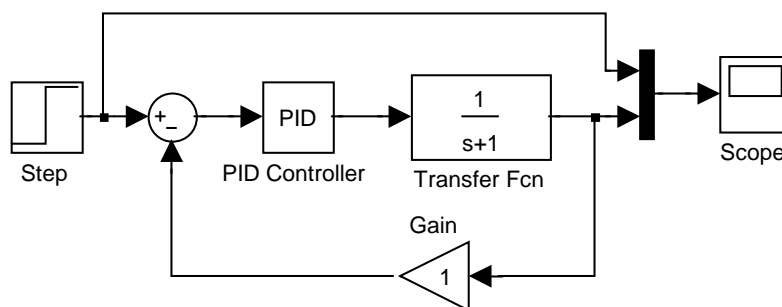
E. KESELAMATAN KERJA

1. Pastikan personal computer (PC) telah terinstall dengan baik
2. Jangan mengubah-ubah setting pada system operasi PC

F. LANGKAH KERJA

I. Proses Orde 1 Tanpa Delay

1. Susunlah sistem seperti gambar di bawah pada editor **Simulink**.



2. Atur **Step** agar **final value** sebesar **1**, dan **step time** = **0**.
3. Atur parameter **PID Controller** : **P = 1, I = 0, D = 0**
4. Jalankan sistem, amati dan gambarkan tampilan **Scope**. Catatlah beberapa parameter yang diperlukan, misalnya konstanta waktu (*time constant*) dan kesalahan keadaan tunak (*steady-state error*).

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	---	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID Untuk Plant Orde 1	200 menit
--------------	--	-----------

No. : LST/EKA/EKA6227/08	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 2 dari 4
--------------------------	-------------	--------------------	--------------

No	Nilai P (I = 0, D=0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	1			
2	1.5			
3	2			
4	3			
5				
6				

5. Perbesar nilai **P** agar *steady-state error* menjadi nol atau mendekati nol. Dapatkah ini dicapai ? Bila dapat, berapakah nilai **P** ?
6. Bila tidak dapat (sulit), atur nilai **P** agar *steady-state error* sekitar **25 %**. Catat nilai **P** pada kondisi ini.
7. Atur nilai **I**, dari kecil sampai besar sehingga *steady-state error* menjadi nol atau mendekati nol. Dapatkah ini terjadi ? Berapakah nilai **I** ? Apakah nilai **I** sama dengan nilai **P** ?

No	Nilai I (P =, D = 0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5			
2	1			
3	1.5			
4	2			
5				
6				
7				

8. Gambar tampilan **Scope** yang terbaik menurut anda dan catat parameter yang diperlukan
9. Cobalah mengecilkan *time constant* dengan membesarkan nilai **P** dan **I** secara bersamaan, sementara **D** = 0.

No	Nilai P	Nilai I	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5	0.5			
2	1	1			
3	2	2			
4	3	3			
5					
6					
7					

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

**Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID
Untuk Plant Orde 1**

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/08

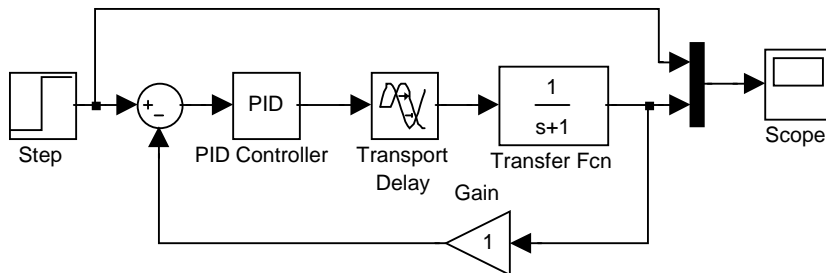
Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 3 dari 4

II. Proses Orde 1 Dengan Delay

- Susunlah sistem seperti gambar berikut pada editor **Simulink**.



- Atur **Step** agar **final value** sebesar **1**, dan **step time** = **0**
- Pada **Transport Delay**, atur parameter **Time Delay** = **0.5**
- Atur parameter **PID Controller** : **P = 1**, **I = 0**, dan **D = 0**
- Jalankan sistem, amati dan gambarlah tampilan **Scope**. Catatlah beberapa parameter yang diperlukan, misalnya konstanta waktu (*time constant*) dan kesalahan keadaan tunak (*steady-state error*).
- Perbesar nilai **P** sedikit demi sedikit, agar *steady-state error* menjadi nol atau mendekati nol. Dapatkah ini terjadi ? Bila dapat, berapakah nilai **P** ?

No	Nilai P (I = 0, D=0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	1			
2	1.5			
3	2			
4	2.5			
5				
6				
7				
8				
9				
10				

- Bila tidak dapat (sulit), atur nilai **P** agar *steady-state error* sekitar **30 %**. Catat nilai **P** pada kondisi ini.
- Atur nilai **I**, dari kecil sampai besar, sehingga *steady-state error* menjadi nol atau mendekati nol, dengan *maximum overshoot* **120 %**. Berapakah nilai **I**?

No	Nilai I (P =, D = 0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5			
2	1			



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

**Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID
Untuk *Plant* Orde 1**

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/08

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 4 dari 4

3	1.5			
4	2			
5				
6				
7				

9. Atur nilai **D** dari kecil ke besar untuk memperkecil *maximum overshoot*. Berapakah nilai **D** ?

No	Nilai D (P =, I =)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5			
2	1			
3	1.5			
4	2			
5				
6				
7				

10. Gambar tampilan akhir **Scope** ini dan catat parameter-parameter yang diperlukan!

G. TUGAS

- Ubahlah koefisien **s** pada blok **Transfer FCn** menjadi 5. Ulangi langkah 2 sampai 8. Berapakah nilai **P** dan **I** yang anda peroleh ? Bagaimana cara mengecilkan *time constant* ? (**Tanpa delay**)
- Pada **Transport Delay**, ubah **Time Delay** menjadi 1. Ulangi langkah 4 sampai 10. Berapakah nilai **P**, **I** dan **D** yang anda peroleh ?

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
	LAB SHEET SISTEM KENDALI 1			
	Semester : 4	Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID Untuk <i>Plant</i> Orde 2		400 menit
	No. : LST/EKA/EKA6227/09	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 1 dari 4

A. KOMPETENSI

Mampu mensimulasikan kontrol proses dengan kontroler PID

B. SUB KOMPETENSI

Mahasiswa dapat menjelaskan kegunaan masing-masing komponen kontroler PID orde 2 dan mampu menempatkannya pada sistem kontrol proses.

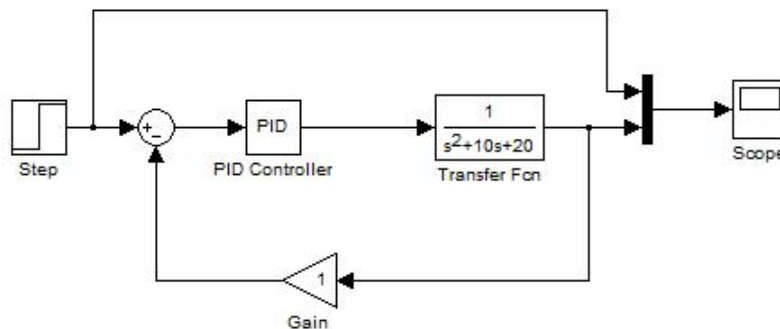
C. TUGAS TEORI

1. Pelajari teori tentang aksi kontrol PID
2. Pelajari teori tentang watak sistem orde 2
3. Pelajari teori tentang pengendalian terhadap proses yang mempunyai *delay*

D. LANGKAH KERJA

I. Proses Orde 2 Tanpa *Delay*

1. Susunlah sistem seperti gambar di bawah ini pada editor **Simulink**.



2. Atur **Step** agar **final value** sebesar **1**, dan **step time** = **0**.
3. Atur parameter **PID Controller** : **P = 1, I = 0, D = 0**
4. Jalankan sistem, amati dan gambarkan tampilan **Scope**. Catatlah beberapa parameter yang diperlukan, misalnya konstanta waktu (*time constant*) dan kesalahan keadaan tunak (*steady-state error*).
5. Naikkan nilai **P** sedikit demi sedikit, sampai *steady-state error* sekitar 30%. Catat nilai **P** kondisi ini.

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4	Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID Untuk <i>Plant</i> Orde 2	400 menit	
No. : LST/EKA/EKA6227/09	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 2 dari 4

No	Nilai P (I = 0, D=0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	1			
2				
3				
4				
5				
6				

6. Atur nilai **I**, dari kecil sampai besar sehingga *steady-state error* menjadi nol atau mendekati nol, dan *maximum overshoot* sekitar 120%. Catat nilai **I**.

No	Nilai I (P =, D = 0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5			
2				
3				
4				
5				
6				
7				

7. Atur nilai **D** dari kecil sampai besar, untuk memperkecil *maximum overshoot* sementara *steady-state error* masih tetap kecil. Catat nilai **D**.

No	Nilai D (P =, I =)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5			
2				
3				
4				
5				
6				
7				

8. Gambar tampilan **Scope** terbaik menurut anda dan catat parameter-parameter yang diperlukan

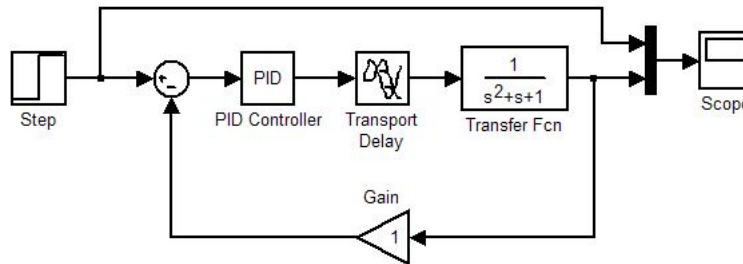


**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LAB SHEET SISTEM KENDALI 1**

Semester : 4	Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID Untuk <i>Plant</i> Orde 2	400 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/09	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014
		Hal 3 dari 4

II. Proses Orde 2 Dengan Delay

- Susunlah sistem seperti gambar berikut pada editor **Simulink**.



- Atur **Step** agar **final value** sebesar **1**, dan **step time** = **0**
- Pada **Transport Delay**, atur parameter **Time Delay** = **0.5**
- Atur parameter **PID Controller** : **P = 1**, **I = 0**, dan **D = 0**
- Jalankan sistem, amati dan gambarlah tampilan **Scope**. Catatlah beberapa parameter yang diperlukan, misalnya konstanta waktu (*time constant*) dan kesalahan keadaan tunak (*steady-state error*).
- Perbesar nilai **P** sedikit demi sedikit, agar *steady-state error* menjadi sekitar 30%-40%. Catat nilai **P** pada kondisi ini.

No	Nilai P (I = 0, D=0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	1			
2				
3				
4				
5				

- Atur nilai **I**, dari kecil sampai besar, sehingga *steady-state error* menjadi nol atau mendekati nol, dengan *maximum overshoot* **120 %**. Berapakah nilai **I**?

No	Nilai I (P =, D = 0)	Time constant	Steady-state error	Keterangan
1	0.5			
2				
3				
4				
5				
6				



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

**Simulasi Kontrol Proses dengan Kontroler PID
Untuk *Plant* Orde 2**

400 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/09

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 4 dari 4

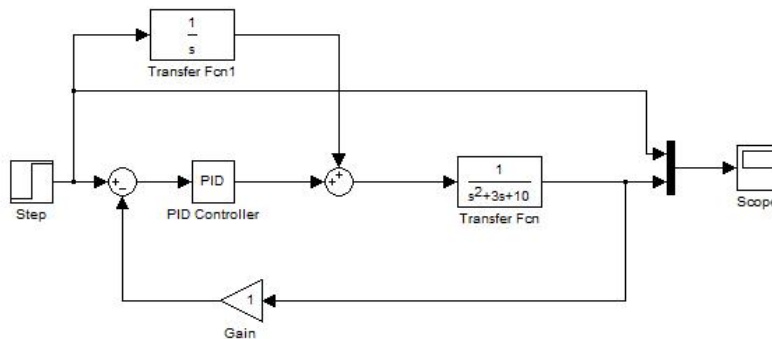
8. Atur nilai **D** dari kecil ke besar untuk memperkecil *maximum overshoot*. Sementara *Steady-state error* masih tetap kecil. Berapakah nilai **D** ?

No	Nilai D (P =, I =)	Time constant	<i>Steady-state error</i>	Keterangan
1	0.5			
2				
3				
4				
5				
6				

9. Gambar tampilan akhir **Scope** ini dan catat parameter-parameter yang diperlukan!
10. **Tugas** : Pada **Transport Delay**, ubah **Time Delay** menjadi 1. Ulangi langkah 4 sampai 9. Berapakah nilai **P**, **I** dan **D** yang anda peroleh ?
11. **Tugas**: Masih dengan Time Delay, ubahlah faktor redaman (ζ) agar plant-yaitu blok **Transfer Fcn**- menjadi sistem orde 2 sangat teredam (*over damped*). Ulangi langkah 3 sampai 8. Berapakah nilai **P**, **I**, dan **D** yang anda peroleh?

E. PERTANYAAN DAN TUGAS

- Pada proses seperti apakah yang hanya memerlukan kontroler **P** saja?
- Sebutkan contoh proses yang biasanya mempunyai delay.
- Cari dan gambarkan rangkaian elektronik yang dapat digunakan untuk merealisasikan kontroler PID
- Buat kesimpulan secara umum tentang fungsi **P**, **I**, **D** pada kontroler PID
- Simulasikan pemilihan nilai **P**, **I**, dan **D** untuk sistem dengan gangguan dibawah ini:



Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester :4

**Kompensator PID :
Integrator dan Summing**

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/10

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 1 dari 4

KOMPETENSI

Mampu mendeskripsikan dan menjelaskan kembali beberapa kompensator dalam sistem kendali (Proporsional, integral, dan derivatif)

SUB KOMPETENSI

Setelah selesai praktikum diharapkan mahasiswa dapat :

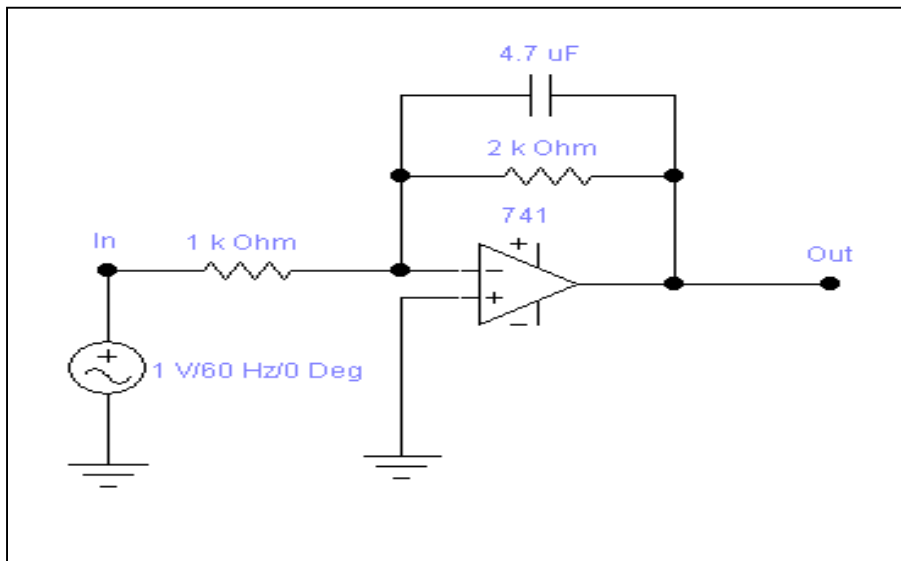
1. Menjelaskan prinsip kerja operasi Kompensator PID sub Integrator.
2. Menjelaskan prinsip kerja operasi Kompensator PID sub Summing.

I. Percobaan Rangkaian Integrator :

A. Alat dan Bahan :

1. Opamp LM 741. 1 buah.
2. Resistor 2 K 1 buah.
3. Resistor 1 K 1 buah.
4. Power supply 1 buah.
5. AFG / Audio Generator 1 buah.
6. Oscilloscope 1 buah.
7. Multimeter 1 buah.

B. Gambar Rangkaian :




Gambar 1. Rangkaian Integrator

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :

	FAKULTAS TEKNIK		
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM KENDALI 1		
	Semester :4	Kompensator PID : <i>Integrator dan Summing</i>	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/10	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 2 dari 4

C. Prosedur Percobaan :

1. Baca dan amati gambar rangkaian di atas.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan. Rangkailah seperti pada gambar 1.
3. Hubungkan rangkaian dengan sumber DC pada opamp dengan sumber tegangan ± 15 Volt DC atau ± 12 Volt DC.
4. Hubungkan input rangkaian dengan AFG/Audio generator dengan frekuensi 100 Hz dan amplitudo 0,05 Vp-p.
5. Amati keluarannya pada masing-masing op-amp, dengan menggunakan Oscilloscope.
6. Lakukan proses pengukuran seperti pada tabel 1 berikut ini.
7. Ganti $R_{feedback}$ dengan 1 K Ω dan lanjutkan dengan mengganti $R_{feedback}$ 4 K Ω .
8. Bagaimana pengaruhnya dengan output rangkaian?

Tabel : 1

No.	Tegangan Masukan dari AFG/Audio Generator (Vp-p)	Frekuensi (Hz)	Bentuk gelombang dan Tegangan Keluaran
1.	0,05		
2	0,07		
3	1,0		
4	1,2		
5	1,4		
6	1,6		
7	2,0		
8	2,5		
9	3,0		

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester :4

**Kompensator PID :
Integrator dan Summing**

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/10

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 3 dari 4

D. Evaluasi :

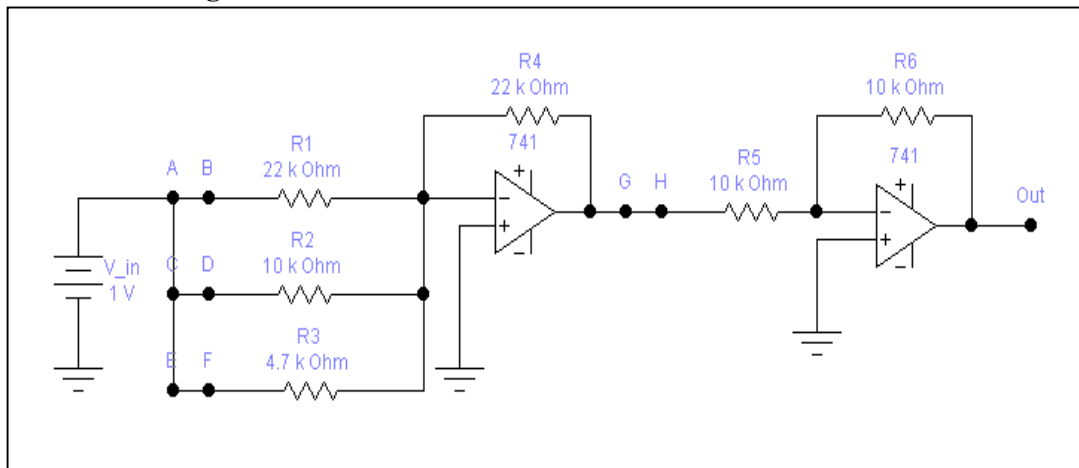
1. Pada tegangan masukan berapa terjadi ketidaklinieran pada keluarannya?
2. Adakah penguatan tegangan pada keluaran pada opamp?
3. Adakah perbedaan antara pola sinyal masukan dengan keluaran pada keluaran Opamp?, kalau ada mengapa demikian?, kalau tidak ada perbedaan jelaskan alasannya.
Tulis dan gambar beda phase antara sinyal masukan dan sinyal keluaran?
4. Buat kesimpulan dari praktikum yang saudara lakukan!

II. Percobaan Rangkaian Summing :

A. Alat dan Bahan :

1. Opamp LM 741. 2 buah.
2. Resistor 22 K 2 buah.
3. Resistor 10 K 3 buah.
4. Resistor 4 K 7 1 buah
5. Power Supply 1 buah.
6. Multimeter 1 buah.

B. Gambar Rangkaian :



Gambar 2. Rangkaian Summing

C. Prosedur Percobaan :

1. Baca dan amati gambar rangkaian di atas.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester :4

**Kompensator PID :
Integrator dan Summing**

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/10

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 4 dari 4

3. Rangkailah seperti pada gambar 2, titik C-D, E-F, dan G-H jangan dihubungkan terlebih dulu.
4. Hubungkan rangkaian dengan sumber DC pada opamp dengan sumber tegangan ± 15 Volt DC atau ± 12 Volt DC.
5. Hubungkan input rangkaian dengan sumber tegangan DC 1 volt.
6. Amati keluarannya pada titik G (Tegangan positif atau negatifkah keluarannya? Titik G = Volt. (Perhatikan polaritas tegangan).
7. Lepas sambungan A-B, dan sambungkan titik C dengan titik D, Ukur titik G (Tegangan positif atau negatifkah keluarannya?). Tegangan pada titik G = Volt
8. Lepas sambungan C-D, dan sambungkan titik E dengan titik F, Ukur titik G (Tegangan positif atau negatifkah keluarannya?). Tegangan pada titik G = Volt
9. Sambungkan semua titik sesuai dengan gambar 2., amati tegangan keluarannya pada titik "Out". (Positif atau negatifkah pada titik "Out"? Kenapa demikian?)
10. Ulangi langkah 5 sampai dengan langkah 9, untuk tegangan V_{in} : 2 Volt, 3 Volt, 4 Volt, dan 5 Volt. Hasilnya masukkan ke dalam tabel 2 berikut ini.

Tabel : 2

No.	Titik Pengukuran	Tegangan (Volt)	Keterangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

D. Evaluasi :

1. Adakah penguatan tegangan pada keluaran pada opamp?
2. Adakah perbedaan antara pola sinyal masukan dengan keluaran pada keluaran Opamp kalau ada mengapa demikian?, kalau tidak ada perbedaan jelaskan alasannya.
3. Tulis dan gambar beda phase antara sinyal masukan dan sinyal keluaran?
4. Buat kesimpulan dari praktikum yang saudara lakukan!

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

Kompensator PID :
Proportional dan Derivatif

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/11

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 1 dari 5

KOMPETENSI

Mampu mendeskripsikan dan menjelaskan kembali beberapa kompensator dalam sistem kendali (Proporsional, integral, dan derivatif)

SUB KOMPETENSI

Setelah selesai praktikum diharapkan mahasiswa dapat :

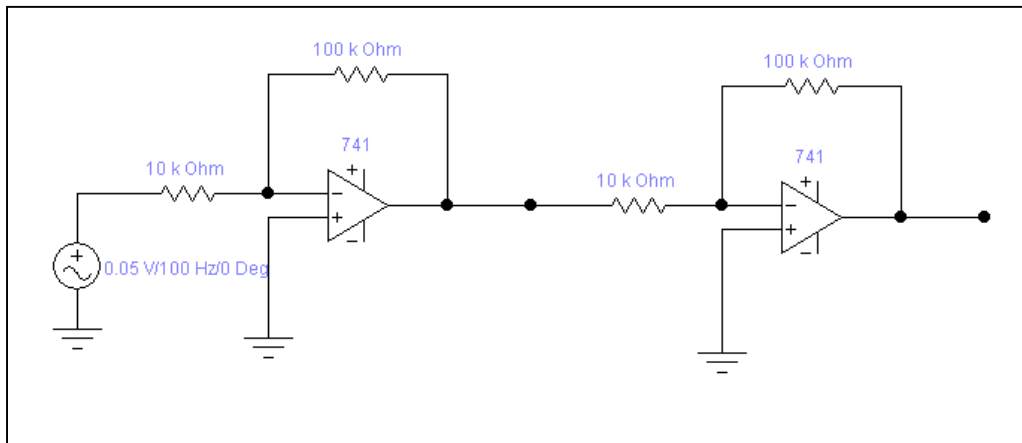
1. Menjelaskan prinsip kerja operasi Kompensator PID sub Proportional.
2. Menjelaskan prinsip kerja operasi Kompensator PID sub Derivatif.

I. Percobaan Rangkaian Integrator :

A. Alat dan Bahan :

1. Opamp LM 741. 2 buah.
2. Resistor 10 K 2 buah.
3. Resistor 100 K 2 buah.
4. Power supply 1 buah.
5. AFG / Audio Generator 1 buah.
6. Oscilloscope 1 buah..
7. Multimeter 1 buah.

B. Gambar Rangkaian :



Gambar 1. Rangkaian *Proportional*

C. Prosedur Percobaan :

1. Baca dan amati gambar rangkaian di atas.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Rangkailah seperti pada gambar 1 di atas.

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

Kompensator PID :
Proportional dan Derivatif

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/11

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 2 dari 5

4. Hubungkan rangkaian dengan sumber DC pada opamp dengan sumber tegangan ± 15 Volt DC atau ± 12 Volt DC.
5. Hubungkan input rangkaian dengan AFG/Audio generator dengan frekuensi 100 Hz dan amplitudo 0,05 Vp-p.
6. Amati keluarannya pada masing-masing op-amp, dengan menggunakan Oscilloscope.
7. Lakukan proses pengukuran seperti pada tabel 1 berikut ini.

Tabel : 1

No.	Tegangan Masukan dari AFG/Audio Generator (Vp-p)	Frekuensi (Hz)	Bentuk gelombang dan Tegangan Keluaran
1.	0,05		
2	0,07		
3	1,0		
4	1,2		
5	1,4		
6	1,6		
7	2,0		
8	2,5		
9	3,0		
10	3,5		

Dibuat oleh :
BKT

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

LAB SHEET SISTEM KENDALI 1

Semester : 4

Kompensator PID :
Proportional dan Derivatif

200 menit

No. : LST/EKA/EKA6227/11

Revisi : 01

Tgl. : 8 Sept 2014

Hal 3 dari 5

D. Evaluasi :

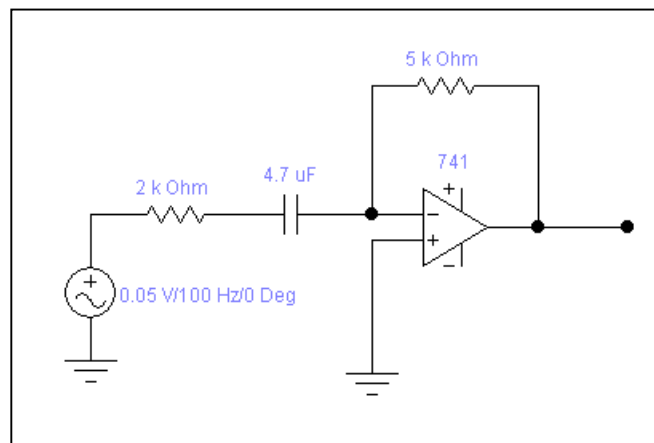
1. Pada tegangan masukan berapa terjadi ketidaklinieran pada keluarannya?
2. Adakah penguatan tegangan pada keluaran pada opamp?
3. Adakah perbedaan antara pola sinyal masukan dengan keluaran pada keluaran Opamp?, kalau ada mengapa demikian?, kalau tidak ada perbedaan jelaskan alasannya.
Tulis dan gambar beda phase antara sinyal masukan dan sinyal keluaran?
4. Buat kesimpulan dari praktikum yang saudara lakukan!

II. Percobaan Rangkaian Derivatif :

A. Alat dan Bahan :

1. Opamp LM 741. 1 buah.
2. Resistor 5 K 1 buah.
3. Resistor 2 K 1 buah.
4. Condensator 4,7 μ F 1 buah.
5. Power Supply 1 buah.
6. AFG / Audio Generator 1 buah.
7. Oscilloscope 1 buah..
8. Multimeter 1 buah.

B. Gambar Rangkaian :



Gambar 2. Rangkaian Derivatif

	FAKULTAS TEKNIK		
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM KENDALI 1		
	Semester : 4	Kompensator PID : <i>Proportional dan Derivatif</i>	200 menit
No. : LST/EKA/EKA6227/11	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 4 dari 5

C. Prosedur Percobaan :

1. Baca dan amati gambar rangkaian di atas.
2. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Rangkailah seperti pada gambar 2 di atas.
4. Hubungkan rangkaian dengan sumber DC pada opamp dengan sumber tegangan ± 15 Volt DC atau ± 12 Volt DC.
5. Hubungkan input rangkaian dengan AFG/Audio generator dengan frekuensi 100 Hz dan amplitudo 0,05 Vp-p.
6. Amati keluarannya pada masing-masing op-amp, dengan menggunakan Oscilloscope.
7. Lakukan proses pengukuran seperti pada tabel 2 berikut ini :

Tabel : 1

No.	Tegangan Masukan dari AFG/Audio Generator (Vp-p)	Frekuensi (Hz)	Bentuk gelombang dan Tegangan Keluaran
1.	0,05		
2	0,07		
3	1,0		
4	1,2		
5	1,4		
6	1,6		
7	2,0		
8	2,5		
9	3,0		

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
	LAB SHEET SISTEM KENDALI 1			
	Semester : 4	Kompensator PID : <i>Proportional dan Derivatif</i>		200 menit
	No. : LST/EKA/EKA6227/11	Revisi : 01	Tgl. : 8 Sept 2014	Hal 5 dari 5

D. Evaluasi :

1. Adakah penguatan tegangan pada keluaran pada opamp?
2. Adakah perbedaan antara pola sinyal masukan dengan keluaran pada keluaran Opamp kalau ada mengapa demikian?, kalau tidak ada perbedaan jelaskan alasannya.
3. Tulis dan gambar beda phase antara sinyal masukan dan sinyal keluaran?
4. Buat kesimpulan dari praktikum yang saudara lakukan!

Dibuat oleh : BKT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
----------------------	--	------------------