



UNIVERSITAS DIPONEGORO

*Rancang Bangun Simulator Elektro-pneumatik
Berbasis Relay Dengan Dua Aktuator*

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

SURYO NUGROHO

21050114060021

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

SEPTEMBER

2017

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah
saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : SURYO NUGROHO

NIM : 21050114060021

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 September 2017

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul: “Rancang Bangun Simulator Elektro-pneumatik Berbasis Relay Dengan Dua Aktuator” yang telah disusun oleh:

Nama : Suryo Nugroho
NIM : 21050114060021
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 20 September 2017

Semarang, 20 September 2017

Ketua PSD III Teknik Mesin
FT Universitas Diponegoro

Dosen Pembimbing

Bambang Setyoko, ST, M.Eng
NIP. 196809011998021001

Didik Ariwibowo, ST,MT
NIP 197007152003121001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Suryo Nugroho

NIM : 21050114060021

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir :

RANCANG BANGUN SIMULATOR ELEKTRO-PNEUMATIK BERBASIS RELAY DENGAN DUA AKTUATOR

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

	Ttd.	
Pembimbing : Didik Ariwibowo, ST, MT	()
Penguji 1 : Drs.Wiji Mangestiyono, MT	()
Penguji 2 : Bambang Setyoko, ST, M. Eng	()

Semarang, 20 September 2017

Ketua PSD III Teknik Mesin

FT Universitas Diponegoro

Bambang Setyoko, ST, M. Eng

NIP. 196809011998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suryo Nugroho
NIM : 21050114060021
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN SIMULATOR ELEKTRO-PNEUMATIK BERBASIS RELAY DENGAN DUA AKTUATOR

Dengan Hak Bebas Royalty / Nonekseklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Semarang

Pada Tanggal : 20 September 2017

Yang menyatakan

(Suryo Nugroho)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ “Saya bertanya tentang kebijaksanaan, dan Allah swt memberikan saya masalah untuk diselesaikan.”

(Salahudin al-ayubi)

- ❖ “Saya meminta kekuatan, dan Allah swt memberi saya kesulitan untuk membuat saya kuat.”

(Salahudin al-ayubi.)

PERSEMBAHAN

Laporan ini dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahNya.
2. Nabi Muhammad SAW atas sauri teladannya.
3. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu menyayangi, memberikan doa restu serta dukungannya selama ini.
4. Didik Ariwibowo, ST, MT selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan masukan - masukan yang sangat berguna serta ucapan terima kasih atas kesabarannya dalam membimbing kelompok Tugas Akhir kami sampai selesai.
5. Seluruh Staf PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dan memberikan pembelajaran.
6. Teman-teman sekelompok, terimakasih atas kekompakannya serta sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Simulator *Electropneumatik* Berbasis Relay Dengan Dua Aktuator” ini dengan baik dan lancar. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Departemen Teknologi dan Industri Universitas Diponegoro.

Penulis banyak mendapat saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak selama menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak Prof Dr.Ir. Budiyo, M. Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Bambang Setyoko, ST, M. Eng selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Didik Ariwibowo, ST, MT selaku Dosen Pembimbing kami yang telah banyak memberikan arahan dan dorongan kepada kami atas terselesainya tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.kes, selaku dosen wali angkatan 2014 kelas A
5. Bapak dan Ibu Dosen Tim Penguji Tugas Akhir.
6. Seluruh staf pengajar pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang yang telah banyak memberikan arahan.

7. Bapak Edi, Ibu Eny, Estu, Setiawan, dan Ridho yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
8. Teman-teman MIGHTY PNEUMATIC : Hardi, Baren, Walid, dan Dika, yang turut membantu penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir tanpa pamrih.
9. Teman-teman MERCAVA, yang selalu menghibur dan meramaikan jalannya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman SPARTA dan MOSAIC serta kakak-kakak METAL yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
10. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 20 September 2017

Penulis

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SIMULATOR ELEKTRO-PNEUMATIK BERBASIS RELAY DENGAN DUA AKTUATOR

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang, merakit, dan uji coba simulator elektro-pneumatik sebagai alat peraga pendidikan. Simulator dirancang terdiri dari 2 (dua) aktuator yang dapat disimulasikan skuensinya. Ukuran komponen, jenis komponen, dan ukuran simulator secara keseluruhan dirancang berdasarkan dari perhitungan teknis dan data ukuran simulator sebelumnya, banyaknya variasi skuen yang di inginkan, batasan pembiayaan dan estetika.

Simulator terdiri dari 2 (dua) sistem yaitu sistem pneumatik dan sistem elektronik. Komponen – komponen pada sistem pneumatik adalah kompresor, F. R. L. (F.R.L), Distributor, Katup 5/2 pengaktuan solenoid, Katup throttle dan silinder kerja ganda sebagai aktuatornya. Sedangkan sistem elektronik terdiri dari trafo 220V AC/24V DC, Push Button, Timer, Counter, Relay, Limit switch, dan Solenoid pada katup pneumatik. Komponen – komponen elektro-pneumatik disusun pada papan melamin secara vertikal.

Pengujian simulator dilakukan dengan cara uji fungsional setiap komponen dan uji rangkaian elektro-pneumatik. Instrumen pendukung yang digunakan untuk uji fungsional adalah stopwatch dan dinamometer. Uji fungsional gaya yang dihasilkan silinder menggunakan dinamometer. Uji fungsional kompresor dilakukan untuk mengetahui laju alir pengisian akumulator dalam parameter free air delivery (FAD) agar dapat menunjukkan bahwa komponen berfungsi sesuai dengan karakteristiknya. Uji fungsional setiap komponen menunjukkan bahwa komponen berfungsi sesuai dengan karakteristiknya. Laju pengisian udara dari kompresor adalah $70.05 \text{ Nm}^3/\text{Menit}$ dan gaya yang ditimbulkan oleh silinder pada tekanan 6 kg/cm^2 adalah 14.73 kg . Uji fungsional komponen – komponen elektronik dilakukan dengan cara memberi arus 24V DC pada setiap komponen dan diamati status keaktifannya (ON/OFF). Uji rangkaian elektro-pneumatik dilakukan dengan cara membuat suatu rangkaian elektro-pneumatik untuk menghasilkan skuen yang ditentukan.

Kata kunci : Sistem elektronik, Sistem pneumatik, Sistem Elektro-pneumatik

ABSTRACT
DESIGN OF ELECTRONIC-PNEUMATIK SIMULATOR
BASED ON RELAY WITH TWO ACTUATORS

The purpose of this final project is to design, assemble, and test the electro-pneumatik simulator as an educational trainer. The designed simulator consists of 2 (two) actuators which can be simulated sequence of actuators. Size of component, component type, and size of a whole simulator was designed on the basis of financing and aesthetics.

Simulator consists of 2 (two) systems, namely pneumatik system and electronic system. Components on a pneumatik system were compressors, F. R. L. s (F.R.L), distributor, 5/2-solenoid valve, throttle valve and double acting cylinder as an actuator. The electronic system consists of 220V AC / 24V DC transformator, Push Button, timer, counter, relay, limit switch, and solenoid on pneumatik valve. Electro-pneumatik components were attached on a vertical melamine board.

Simulator testing is done by functional test of each component and Electro-pneumatik circuit test. Supporting instruments used for the functional test were the stopwatch and the dynamometer. The functional test of the compressor was performed to know the accumulator charging flow rate in the parameters of free air delivery (FAD) in order to indicates that the component functions according to its characteristics. The functional test of force generated by the cylinder was measured by a dynamometer. The functional test of each component shows that the component function fit to its characteristics. The rate of air filling to the accumulator was $70.05 \text{ Nm}^3/\text{minute}$ and the force that was generated by the cylinder at pressure 6 kg /cm^2 was 14.73 kg . Functional test of electronic components was done by giving a 24V DC current on each component and observed its active status (ON / OFF). Electro-pneumatik circuit test was done by performing an electro-pneumatik circuit to fit a determined sequence.

Keywords: Electronic System, Pneumatic System, Electro-pneumatic System

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Alasan Pemilihan Judul	3
1.5 Tujuan Pembuatan Tugas Akhir	3
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.6.1 Manfaat tugas akhir bagi mahasiswa yang melaksanakan:	4
1.6.2 Manfaat tugas akhir dalam bidang pendidikan	4
1.7 Metodologi Penulisan.....	4
1.8 Sistematika Laporan	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Dasar Teori Pneumatik	7
2.1.1 Rangkaian Dasar dalam Sistem Pneumatik	8
2.1.2 Komponen Pneumatik	9
2.1.3 Perhitungan Pneumatik	15

2.2 Dasar Teori Elektro-Pneumatik.....	20
2.2.1 Komponen Elektro-Pneumatik	20
BAB III	30
METODOLOGI PENYELESAIAN TUGAS AKHIR.....	30
3.1 Perancangan Simulator	30
3.1.1 Alat dan Bahan.....	31
3.1.2 Perencanaan Alat dan Bahan	31
3.1.3 Peralatan Pengujian.....	34
3.2 Pembuatan Alat	35
3.3 Pengujian Simulator	35
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Simulator Elektro-Pneumatik	37
4.1.2 Komponen Elektrik	44
4.2. Perakitan	50
4.2.1. Perakitan komponen Pneumatik	50
4.2.2. Perakitan komponen Elektrik.....	52
4.3. Pengujian	56
4.3.1. Pengujian Fungsional.....	56
4.3.2. Pengujian Rangkaian	61
4.3.3 Pengujian gaya pada aktuator	61
4.3.4 Pengujian laju alir volumetrik udara tekan	62
BAB V.....	64
PENUTUP.....	64
5.1 kesimpulan.....	64
5.2 saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram kerja rangkaian pneumatik	8
Gambar 2.2. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk aktuator <i>single acting</i>	9
Gambar 2.3 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk aktuator <i>double acting</i>	9
Gambar 2.4 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk aktuator gerakan berputar	10
Gambar 2.5 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk sensor <i>optic capacitive proximity switch</i>	11
Gambar 2.6 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk sensor <i>optic inductive proximity switch</i>	11
Gambar 2.7 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk <i>timer</i>	11
Gambar 2.8 Komponen dan simbol dari <i>2/2 way valve</i>	13
Gambar 2.9 Komponen dan simbol dari <i>3/2 way valve</i>	13
Gambar 2.10 Komponen dan simbol dari <i>4/2 way valve</i>	13
Gambar 2.11 Komponen dan simbol dari <i>5/2 way valve</i>	14
Gambar 2.12 Gambar (a) <i>two pressure valve</i> , (b) <i>Quick exhaust valve</i> , (c) <i>check valve</i>	14
Gambar 2.13 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk <i>flow control valve</i>	15
Gambar 2.14 Gambar dan simbol pada rangkaian untuk <i>pressure valve</i>	15
Gambar 2.15 Debit aliran udara dalam pipa	16
Gambar 2.16 Arah kecepatan piston pada saat maju dan mundur	16
Gambar 2.17 Arah gaya piston pada saat (a) maju dan (b) mundur	17
Gambar 2.18 Arah aliran udara pada saat piston maju dan mundur	18
Gambar 2.19 Skema susunan motor dan kompresor	19
Gambar 2.20 Prinsip kerja sakelar tekan mengunci	22
Gambar 2.21 Konstruksi dan simbol sakelar pembatas mekanik	23
Gambar 2.22 Simbol dari <i>time delay switch on relay</i>	26
Gambar 2.23 Simbol dari <i>time delay switch off relay</i>	26
Gambar 2.24 Konstruksi dan simbol <i>valve solenoid 3/2 normally closed</i>	28
Gambar 2.25 Konstruksi dan simbol <i>valve solenoid 3/2 normally open</i>	28
Gambar 2.26 Konstruksi dan simbol <i>valve solenoid 3/2 pengembali pegas</i>	29
Gambar 3.1 Desain Rancang bangun simulator	31
Gambar 4.1 Simulator Elektro-Pneumatik	37
Gambar 4.2 Kompresor	39
Gambar 4.3 Silinder aktuator <i>double acting</i>	40
Gambar 4.4 F. R. L.	41
Gambar 4.5 <i>5/2 Solenoid valve double coil</i>	41
Gambar 4.6 <i>Ball valve</i>	42
Gambar 4.7 Selang	43

Gambar 4.8 Distributor	43
Gambar 4.9 <i>Naple</i>	44
Gambar 4.10 <i>Limit switch</i>	45
Gambar 4.11 <i>Power Supply</i>	45
Gambar 4.12 <i>Push Button</i>	46
Gambar 4.13 Relay	47
Gambar 4.14 Kabel	48
Gambar 4.15 <i>Timer</i>	49
Gambar 4.16 <i>Counter</i>	49
Gambar 4.17 Stacker.....	49
Gambar 4.18 <i>Banana Jumper</i>	50
Gambar 4.19 Pemasangan Aktuator.....	51
Gambar 4.20 Pemasangan <i>F. R. L.</i>	51
Gambar 4.21 Pemasangan Distributor	52
Gambar 4.22 Pemasangan <i>Limit switch</i>	53
Gambar 4.23 Pemasangan <i>Power Supply</i>	53
Gambar 4.24 Pemasangan Push botton.....	54
Gambar 4.25 Pemasangan Soket Relay	55
Gambar 4.26 <i>Wiring relay – Banana Jumper</i>	55
Gambar 4.27 Pemasangan <i>Timer dan Counter</i>	56
Gambar 4.28 Pengujian <i>Power Supply</i>	57
Gambar 4.29 Pengujian <i>Timer dan Counter</i>	58
Gambar 4.30 Pengujian Relay.....	58
Gambar 4.31 Pengujian Solenoid.....	59
Gambar 4.32 Pengujian FRL.....	59
Gambar 4.33 Pengujian Aktuator.....	60
Gambar 4.34. Pengujian Rangkaian.....	61
Gambar 4.35 Pengujian dengan Alat Dinamometer	62
Gambar 4.36 Pengujian dengan <i>Pressure Gauge dan Stopwatch</i>	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Warna Sensor Optik dan Pengertian	12
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	31
Tabel 4.1 Pengujian Gaya pada Aktuator	62
Tabel 4.2 Tabel Perhitungan Laju Alir Volumetrik Udara Tekan	63

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Halaman
A	Luas penampang (m^2)	16
V	Kecepatan (m/s)	16
Q	Debit aliran ($Liter/Menit$)	16
F	Gaya (N)	17
Pe	Tekanan kerja efektif (N/m^2)	17
FR	Gaya gesek batang piston (N)	17
S	Langkah kerja (N)	18
Wkomp	Daya output kompresor (KW)	19
Wmot	Daya motor (KW)	19
P	Tekanan (kg/cm^2)	36
T	Waktu (min)	36
v	Volume kompresor (m^3)	36