

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya yang telah melimpahkan segala petunjukNya untuk ku dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Ku persembahkan tugas akhir ini untuk kedua orang tua saya yang selalu mendukung dan selalu memanjatkan do'a kepada Allah SWT dengan setulus hati hingga terselaesaiannya tugas akhir ini.

Terima kasih yang tak terhingga untuk bapak ibu dosen program studi Teknik Mekatronika atas ilmu yang diberikan selama ini. Khususnya kepada bapak Hairil Budiarto dan Faiqul Umam selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memotifasi mengerjakan tugas akhir ini.

Teruntuk teman-teman seperjuangan Teknik mekatronika dan semua angkatan yang telah memberikan kenangan dan banyak hal penuh makna selama saya menjadi mahasiswa.

Mechatronics Robotic Team yang telah memberikan identitas yang harum selama ini.

Ku persembahkan mini mahakarya ini kepada mereka yang berjasa dalam penyelesaian tugas akhir ini.

ABSTRAK

Kendaraan merupakan suatu alat yang banyak digunakan oleh manusia sebagai sarana transportasi dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Kendaraan saat ini umumnya menggunakan rem mekanik untuk melakukan pengereman, rem mekanik ini memiliki sistem yang membutuhkan gaya gesekan untuk menghasilkan perlambatan pada kendaraan. Gaya gesek yang dilakukan akan membuat bantalan pada rem mekanik mengalami pengikisan dan perlunya melakukan penggantian bantalan secara berkala. Pada tugas akhir ini membahas perancangan dan pembuatan sistem pengereman menggunakan rem elektrik sebagai penunjang kinerja rem mekanik. Rem elektrik yang memiliki keunggulan dalam bidang media yang digunakan dibandingkan dengan rem mekanik yaitu rem elektrik tidak membutuhkan media gesek untuk melakukan perlambatan, melainkan rem elektrik menggunakan empat buah piringan alumunium sebagai media gaya magnetik, sedangkan kumparan atau lilitan dengan inti didalamnya akan menghasilkan gaya elektromagnetik sebagai aktuator pengereman. Rem elektrik ini menerapkan kontrol metode PID dengan nilai $k_p=5$, $k_i=1$, dan $k_d=3$ yang diperoleh dari hasil percobaan dengan respon yang memiliki nilai *error* yang relatif kecil. Sistem pengereman yang dilakukan akan menjaga kecepatan sesuai dengan nilai *setpoint* yaitu 5100 rpm. Pengereman elektromagnetik ini menghasilkan pengereman maksimal 500 rpm dan membutuhkan waktu antara 9 hingga 15 detik untuk mencapai posisi *steady state*.

Kata kunci : rem elektrik, elektromagnetik, kontrol PID.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat beserta hidayah-Nya kepada kita semua, sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad S.A.W yang telah menuntun umat manusia dari zaman yang gelap gulita menuju keadaan terang benderang seperti sekarang, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporannya dengan baik.

Laporan ini merupakan hasil dari kegiatan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir pada Teknik Mekatronika Universitas Trunojoyo Madura.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak lain, berikut penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya dan junjungan besar kita semua Nabi besar Muhammad SAW.
2. Orang tua tercinta yang telah memberikan doa, semangat dan mendukung penulis dalam menjalani hidupnya.
3. Bapak Hairil Budiarto, ST.,M.T. dan Faikul Umam, S.Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sahru Romadhon, S.Kom.,M.T. dan Ibu Vivi Tri Widyaningrum S.Kom.,M.T. beserta ibu Sri Wahyuni, S.Kom., M.T. selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktunya untuk menguji dan memberikan saran yang baik kepada penulis dalam penyusunan laporan.
5. Seluruh Dosen Mekatronika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan banyak pengalaman.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Mekatronika angkatan 2016. Semoga kita semua sukses dan dapat menggapai cita-cita masing-masing.
7. Teman-teman MRT (*Mechatronics Robotic Team*) yang mengajarkan indahnya berbagi ilmu, susah senang event robot bersama.
8. Dan masih banyak pihak lain yang tak dapat disebutkan semua.

Penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Saran dan kritik dari semua pihak sangat penulis harapkan. Mudah-mudahan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk proses pembelajaran bagi penulis dan teman-teman mahasiswa Teknik Mekatronika lainnya. Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat, hidayah serta perlindungan-Nya kepada kita semua. Aamiin.

Bangkalan, 01 Februari 2018

Moch Zaini

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR ISTILAH.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 Penelitian Pendukung	5
2.2 Teori Dasar	6
2.2.1 Hukum Faraday	6
2.2.2 Hukum Lenz	6
2.2.3 Hukum Eddy.....	7
2.2.4 <i>Liquid Crystal Display</i>	7
2.2.5 Sensor Arus ACS712.....	9
2.2.6 Motor DC.....	10
2.2.7 Potensiometer	11
2.2.8 Atmega 328 SMD	12
2.2.9 <i>Rotary Encoder</i>	12
2.2.10 <i>Relay</i>	14
2.2.11 <i>IC I2C Module</i>	15
2.2.12 <i>Push Button</i>	16
BAB III PERANCANGAN SISTEM	19
3.1 Rangkaian Elektronika Sistem	19
3.2 Blok Diagram Sistem.....	20
3.3 Desain Mekanik.....	22

3.4	Sistem Rem Elektrik	23
3.5	<i>Flowchart Tuning PID</i>	26
3.6	<i>Flowchart Kontrol Sistem PID</i>	27
3.7	Data yang Diperlukan pada Sistem	28
3.8	Papan Informasi	28
3.9	<i>Software</i> yang Digunakan	29
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	33
4.1	Bentuk Rem Elektrik	33
4.2	Instruksi Penggunaan Rem Elektrik	35
4.3	Fitur-fitur yang Terdapat pada Rem Elektrik	36
4.4	Proses Pembuatan Rem Elektrik	36
4.4.1	<i>Power supply</i>	37
4.4.2	<i>Driver Relay with Step Down</i>	38
4.4.3	Sensor Rotari Encoder	40
4.4.4	<i>Current</i> Sensor	40
4.4.5	Piringan Aluminium	41
4.4.6	Lilitan Kawat <i>Email</i> (Kumparan)	43
4.4.7	Motor Penggerak	46
4.4.8	<i>Assembly</i> Lilitan dan Piringan pada Poros	47
4.5	Program	48
4.6	Pengujian Pembacaan Sensor <i>Rotary Encoder</i>	51
4.7	Pengujian Pembacaan Sensor Arus (ACS712)	52
4.8	Pengujian Gaya Magnetik sebagai Pengereman	54
4.8.1	Pengujian Lilitan Individu	54
4.8.2	Pengujian Lilitan Kelompok	55
4.8.3	Pengujian Lilitan Bertambah	57
4.8.4	Pegujian Waktu Putaran Motor	59
4.9	Pengujian Penerapan Kontrol PID	59
4.9.1	Perhitungan Nilai PID secara Manual	60
4.9.2	Pengujian Kontrol PID terhadap Sistem	61
BAB V	PENUTUP	69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN		73
BIOGRAFI PENULIS		77

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	<i>Header dan Variabel Global</i>	49
Tabel 4.2	Inisialisasi Program <i>sketch</i>	50
Tabel 4.3	Membaca Sensor <i>Rotary Encoder</i>	50
Tabel 4.4	Membaca Nilai <i>Current</i> Sensor	51
Tabel 4.5	Pembacaan Sensor saat tidak ada Sirip	52
Tabel 4.6	Pembacaan Sensor saat ada Sirip	52
Tabel 4.7	Pengujian Pembacaan <i>Current</i> Sensor tanpa Beban ...	53
Tabel 4.8	Pengujian Pembacaan <i>Current</i> Sensor dengan Beban	54
Tabel 4.9	Pengujian Lilitan Individu Pertama	54
Tabel 4.10	Pengujian Lilitan Individu Kedua	55
Tabel 4.11	Pengujian Lilitan Individu Ketiga	55
Tabel 4.12	Pengujian Lilitan Kelompok Pertama	56
Tabel 4.13	Pengujian Lilitan Kelompok Kedua	56
Tabel 4.14	Pengujian Lilitan Kelompok Ketiga	57
Tabel 4.15	Pengujian Lilitan Kelompok Keempat.....	57
Tabel 4.16	Pengujian Lilitan Bertambah Pertama	58
Tabel 4.17	Pengujian Lilitan Bertambah Kedua	58
Tabel 4.18	Ujicoba tanpa Pengereman	59
Tabel 4.19	Ujicoba dengan Pengereman	59
Tabel 4.20	Perhitungan PID Manual Pertama	60
Tabel 4.21	Perhitungan PID Manual Kedua	60
Tabel 4.22	Pengujian 1 respon waktu PID	63
Tabel 4.23	Pengujian 2 respon waktu PID	64
Tabel 4.24	Pengujian 3 respon waktu PID	65
Tabel 4.25	Pengujian 4 respon waktu PID	66
Tabel 4.26	Pengujian 5 respon waktu PID	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Liquid Crystal Display</i>	7
Gambar 2.2	Sensor ACS712	9
Gambar 2.3	Motor DC	10
Gambar 2.4	Potensiometer	11
Gambar 2.5	ATmega 328 SMD	12
Gambar 2.6	Sensor <i>Rotary Encoder</i>	13
Gambar 2.7	<i>Relay</i>	15
Gambar 2.8	IC I2C <i>Module</i>	16
Gambar 2.9	<i>Push Button</i>	17
Gambar 3.1	Rangkaian Elektronika	19
Gambar 3.2	Rangkaian Sumber Mikrokontroler	20
Gambar 3.3	Rangkaian Potensiometer	20
Gambar 3.4	Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC	21
Gambar 3.5	Rangkaian <i>relay</i>	21
Gambar 3.6	Blok Diagram Sistem	22
Gambar 3.7	Desain Mekanik	24
Gambar 3.8	Arah Putaran dan Gaya Elektromagnetik	25
Gambar 3.9	<i>Flowchart Tuning PID</i>	27
Gambar 3.10	Sistem dengan Kontrol PID	28
Gambar 4.1	Tata Letak Komponen Rem Elektrik	33
Gambar 4.2	Tahap Penyolderan Komponen	37
Gambar 4.3	Hasil Rangkaian Elektronika	37
Gambar 4.4	<i>Power Supply</i> Mikrokontroler	38
Gambar 4.5	<i>Driver</i> motor	39
Gambar 4.6	<i>Rotary Encoder</i> pada Sistem	40
Gambar 4.7	<i>Current Sensor</i> pada Sistem	41
Gambar 4.8	Piringan Aluminium	41
Gambar 4.9	Bentuk Fisik dari Rangka <i>Acrylic</i>	42
Gambar 4.10	Proses Penempelan Aluminium pada <i>Acrylic</i>	42
Gambar 4.11	Pemasangan Inti Besi	43
Gambar 4.12	Proses Pengepresan Piringan Aluminium	43
Gambar 4.13	Inti Besi	44
Gambar 4.14	Bentuk Inti Besi I	44
Gambar 4.15	Bentuk Pembatas Kayu untuk Inti Besi	45
Gambar 4.16	Hasil Penggabungan	45
Gambar 4.17	Proses Melilitkan Kawat <i>Email</i> pada Inti Besi	46
Gambar 4.18	Lilitan	46

Gambar 4.19	Motor Penggerak.....	47
Gambar 4.20	Hasil <i>Assembly</i>	48
Gambar 4.21	Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	51
Gambar 4.22	Respon $K_p=5$, $K_i=0$, $K_d=0$	61
Gambar 4.23	Respon $K_p=5$, $K_i=1$, $K_d=0$	61
Gambar 4.24	Respon $K_p=5$, $K_i=0$, $K_d=3$	62
Gambar 4.25	Respon $K_p=2$, $K_i=10$, $K_d=15$	62
Gambar 4.26	Respon $K_p=15$, $K_i=3$, $K_d=15$	63
Gambar 4.27	Respon $K_p=15$, $K_i=15$, $K_d=15$	64
Gambar 4.28	Respon $K_p=10$, $K_i=7$, $K_d=8$	65
Gambar 4.29	Respon $K_p=5$, $K_i=1$, $K_d=3$	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan konsumsi lilitan yang dibutuhkan 67

DAFTAR ISTILAH

KP	Konstanta proposional.
KI	Konstanta integral.
KD	Konstanta derivatif.
PWM	Nilai frekuensi yang diberikan pada lilitan.
RPM	Kecepatan rotasi per-menit.
Ampere	Nilai arus yang terdapat pada sistem.
Power	Nilai tegangan yang diberikan pada motor DC.
<i>Receiver</i>	Berfungsi sebagai penerima data.
<i>Transmitter</i>	Berfungsi sebagai pengirim data.
<i>Tuning</i>	Penyesuaian parameter konstanta PID.
<i>Plan</i>	Merupakan keseluruhan sistem yang telah dibuat.
<i>Input</i>	Nilai masukan dari pembacaan sensor.
<i>Output</i>	Nilai keluaran dari mikrokontroler.
<i>Switch</i>	Tombol yang digunakan untuk merubah posisi <i>on</i> menjadi <i>off</i> ataupun sebaliknya.
AC	<i>Alternating current</i> (arus bolak-balik).
DC	<i>Direct current</i> (arus searah).

