

**SISTEM PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC DENGAN
METODE PID PADA MOBIL LISTRIK**



LAPORAN AKHIR

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

**Oleh :
ANNISA AMELIA PAMANTI
0612 3032 0219**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2015**

**SISTEM PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC DENGAN
METODE PID PADA MOBIL LISTRIK**



LAPORAN AKHIR

Diusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

ANNISA AMELIA PAMANTI
0612 3032 0219

Menyetujui,

Pembimbing I

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 19670511 199203 1 003

Pembimbing II

Selamat Muslimin, S.T., M.Kom
NIP. 19790722 200801 1 007

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ir. AH Nurdin, M.T.
NIP. 19621207 199103 1 001

Ketua Program Studi
Teknik Elektronika

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 19670511 199203 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Annisa Amelia Pamanti

NIM : 0612 3032 0219

Jurusan : Teknik Elektro

Program Studi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul "**Sistem Pengendali kecepatan Motor DC Dengan Metode PID Pada Mobil Listrik**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, Juni 2015

Yang Menyatakan



ANNISA AMELIA PAMANTI
NIM. 061230320219

Motto:

“Being different and start to be out of ordinary woman”

“Better to feel how hard education is at this time rather than feel the bitterness of stupidity later”

“Do the best and pray, believe me, God will take the rest”

Laporan akhir ini kupersembahkan kepada :

- Tuhan Yang Maha Esa
- Kedua orang tua yang sangat saya sayangi
- Penyemangatku selama ini, Rahmannazir
- Tim Mobil Listrik dan bapak Selamat Muslimin, big thanks for you all

ABSTRAK

SISTEM PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC DENGAN MENGUNAKAN METODE PID PADA MOBIL LISTRIK

(2015 ; 88 Halaman + xvii halaman + Daftar Pustaka + lampiran)

ANNISA AMELIA PAMANTI
TEKNIK ELEKTRONIKA
TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Laporan Akhir ini berjudul “**Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC Dengan Metode PID Pada Mobil Listrik**”.

Tujuan dari laporan akhir ini adalah untuk merancang dan mempelajari sistem pengendalian dari mobil listrik dengan menggunakan metode PID sedangkan manfaatnya adalah untuk mengetahui kecepatan dari sebuah mobil listrik dengan performansi yang tepat. Perancangan adalah tahap terpenting dari seluruh proses pembuatan alat. Perancangan alat ini mempunyai tujuan untuk mendapatkan hasil akhir yang baik, merancang alat ini dibutuhkan komponen berupa motor listrik sebagai penggerak mobil, solar cell sebagai pengisi daya, mikrokontroller ATmega 32 sebagai pengendali dari seluruh rangkaian yang ada dan accu sebagai baterai mobil listrik. Dalam perancangan sebuah mobil listrik, tentunya tidak lepas dari kecepatan dan performansi dari mobil listrik itu sendiri. Maka dari itu untuk mengontrol kecepatan mobil listrik, penulis menggunakan metode PID untuk mengendalikan kecepatan motor DC. Metode PID ini digunakan karena sangat baik untuk mengendalikan dan menentukan kestabilan motor DC dengan penggunaan nilai Kp sebagai *setpoint* serta nilai Ki dan Kd sebagai manipulated variabel. Penerapan metode PID pada pengendali kecepatan, menghasilkan respon yang baik dengan uji coba pada persentase kecepatan mobil listrik sebesar 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 %.

Kata kunci : Mobil Listrik, Motor DC, PID.

ABSTRACT

SPEED CONTROL SYSTEM OF DC MOTOR WITH PID METHOD IN ELECTRIC CAR

(2015; 88 Pages + xvii Page + Bibliography + attachment)

***ANNISA AMELIA PAMANTI
ELECTRONIC ENGINEERING
ELECTRO ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA***

The final report entitled “Speed Control System Of DC Motor With PID Method In Electric Car”.

The purpose of final assignment is to design and study about the control system of electric car with PID method meanwhile the benefit is to know the speed of electric car with good performance. Design is the most important part from all of process. It purposed to get a good final project, designing these tools required components such as electric motor as a booster, solar cell as a energy charger, microcontroller ATmega 32 as a main controller for the whole range of existing tools and accu as a battery. Design of electric car, it's important to know about speed and performance of electric car. So to control the speed of electric car, the writer use PID method to control the DC motor. PID method is very useful to control and determine the stability of DC motor with the value of K_p as a setpoint and with value of K_i and K_d as a manipulated variable. The application of PID method in speed control has a good result, with percentage of trial in electric car is 20 %, 40 %, 60 % 80 % and 100 %.

Keywords : Electric Car, DC Motor, PID.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan dan kekuatan serta berkat rahmat dan hidayah penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul “Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC Dengan Metode PID Pada Mobil Listrik” dengan baik. Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya. Selama penyusunan Laporan Akhir ini penulis mendapat beberapa hambatan dan kesulitan, namun berkat dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak, segala hambatan dan kesulitan tersebut dapat terselesaikan. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

Yudi Wijanarko, S.T., M.T Selaku pembimbing I
Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. Selaku pembimbing II

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini:

1. Bapak R.D. Kusumanto, S.T., M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Siswandi, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh dosen, staf dan instruktur pada Program Studi teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang yang membantu penulis dalam kelancaran penulisan laporan akhir ini.

6. Kepada Orang Tua saya yang selama ini memberikan semangat dan dukungan moril dan materil.
7. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu dengan berbagai pengetahuan dalam pembuatan laporan akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Akhir kata penyusun mengharapkan semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi semua dan semoga segala bantuan serta bimbingan yang penyusun dapatkan selama ini mendapat rahmat dan ridho dari Allah SWT, Aamiin Ya Robbal A'lamin.

Palembang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN	iii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1	Tujuan	2
1.2.2	Manfaat	2
1.3	Perumusan Masalah	2
1.4	Batasan Masalah	2
1.5	Metodologi Penulisan	3
1.5.1	Metode Literatur	3
1.5.2	Metode Observasi	3
1.5.3	Metode Wawancara	3
1.6	Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Mobil Listrik	5
2.1.1	Sejarah Mobil Listrik	5
2.1.2	Perkembangan Mobil Listrik	6
2.2	<i>Solar Cell</i>	8

2.2.1	Pengertian <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i>	8
2.2.2	Karakteristik <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i>	9
2.2.3	Prinsip Dasar Teknologi <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i> Dari Bahan Silikon	9
2.2.3.1	Semikonduktor Tipe-P dan Tipe-N	10
2.2.3.2	Sambungan P-N	11
2.2.4	Prinsip Dasar <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i> dari Bahan Tembaga	12
2.2.5	Sistem Instalasi <i>Solar Cell</i>	13
2.2.5.1	Rangkaian Seri <i>Solar Cell</i>	13
2.2.5.2	Rangkaian Paralel <i>Solar Cell</i>	13
2.3	<i>Accu</i>	14
2.3.1	Macam dan Cara Kerja <i>Accu</i>	15
2.3.2	Konstruksi <i>Accu</i>	16
2.4	Mikrokontroler ATmega32	18
2.4.1	Pengertian Mikrokontroler ATmega32	18
2.4.2	Karakteristik Mikrokontroler ATmega32	19
2.5	Motor Listrik BLDC (800 Watt 48 VDC)	22
2.5.1	Pengertian BLDC Motor	22
2.5.2	Konstruksi BLDC Motor	23
2.5.3	Prinsip Kerja BLDC Motor	27
2.5.4	Keunggulan BLDC Motor	29
2.6	Pengendali PID	32
2.6.1	Kontrol Proportional	33
2.6.2	Kontrol Integral.....	36
2.6.3	Kontrol Derivatif.....	38
2.6.4	Langkah-Langkah Membuat Sinyal Kontrol	40
2.7	Sensor Arus ACS712	41
BAB III RANCANG BANGUN		
3.1	Tujuan Perancangan	44
3.2	Blok Diagram Rangkaian Keseluruhan	44

3.3	Tahap Perancangan	49
3.3.1	Tahap Perancangan Hardware.....	49
3.3.1.1	Perancangan Elektronik	49
3.3.1.2	Pembuatan Layout PCB	53
3.3.1.3	Proses Pengolahan PCB	53
3.3.1.4	Perakitan Komponen.....	54
3.3.1.5	Perancangan Mekanik.....	54
3.3.2	Tahap Perancangan Software.....	58
3.3.2.1	Langkah Percobaan <i>Software</i> Bascom-AVR	58
3.3.2.2	Langkah Percobaan <i>Software</i> ProgISP	65
3.3.2.3	Pembuatan Desain 3D Max 7	68

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Tujuan Pengukuran Alat	75
4.2	Metode Pengukuran Alat	76
4.3	Peralatan Pengukuran.....	76
4.4	Langkah-Langkah Pengukuran	76
4.5	Titik Pengukuran Rangkaian.....	77
4.6	Pengukuran Tegangan Output Pedal Gas	79
4.7	Pengukuran Output Pada Sensor Arus.....	80
4.8	Hasil Pengujian Menggunakan Software Matlab	82
4.9	Analisa Data.....	86

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran	88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Thomas Edison dan mobil listriknya tahun 1913	6
Gambar 2.2	Mobil Listrik PT. PINDAD sebagai pengujian Motor Listrik	8
Gambar 2.3	Skema <i>Solar Cell</i>	8
Gambar 2.4	Prinsip Kerja <i>Solar Cell</i>	10
Gambar 2.5	Semikonduktor Tipe-P (Kiri) dan Tipe-N (Kanan)	10
Gambar 2.6	Diagram Energi Sambungan P-N Munculnya Daerah Deplesi	11
Gambar 2.7	Struktur <i>Solar Cell</i> Silikon p-n <i>Junction</i>	11
Gambar 2.8	Hubungan Seri	13
Gambar 2.9	Hubungan Paralel	13
Gambar 2.10	Sel <i>Accu</i>	16
Gambar 2.11	Plat Sel <i>Accu</i>	16
Gambar 2.12	Lapisan Serat Gelas	17
Gambar 2.13	Konfigurasi IC Mikrokontroler ATMega32	20
Gambar 2.14	Blok Diagram IC ATMega32	21
Gambar 2.15	Konstruksi Motor BLDC	23
Gambar 2.16	Penampang Motor BLDC	24
Gambar 2.17	Sensor Hall Sinyal Untuk Rotasi Kanan	27
Gambar 2.18	Medan Magnet Putar Stator dan Perputaran Rotor	28
Gambar 2.19	Tegangan Stator BLDC	28
Gambar 2.20	Blok Diagram dari Kontroller PID	32
Gambar 2.21	Blok Diagram Kontrol Proportional	33
Gambar 2.22	Proportional Band dari Kontroller Proportional Tergantung Pada Penguatan.....	35
Gambar 2.23	Kurva Sinyal Kesalahan	37

Gambar 2.24	Blok Diagram Kontrol Integral	37
Gambar 2.25	Blok Diagram Kontrol Derivatif	38
Gambar 2.26	Kurva Waktu Hubungan Input-Output Kontroller Diferensial	39
Gambar 2.27	Kemasan dari IC ACS712	41
Gambar 2.28	Konfigurasi Pin Dari IC ACS712.....	42
Gambar 2.29	Grafik Tegangan Keluaran Sensor ACS712 Terhadap Arus Listrik.....	43
Gambar 3.1	Blok Diagram Rangkaian Keseluruhan	45
Gambar 3.2	Blok Diagram Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC	48
Gambar 3.3	Skema Rangkaian Catu Daya <i>Accu</i> ke Sismin	49
Gambar 3.4	Skema Rangkaian Catu Daya Sistem Minimum ATMega32	50
Gambar 3.5	Skema Rangkaian Sistem Minimum ATMega 32	51
Gambar 3.6	Tata letak Rangkaian Sistem Minimum ATMega32	52
Gambar 3.7	Layout Rangkaian Sistem Minimum ATMega32	52
Gambar 3.8	Tampak Samping Sasis Mobil Listrik	56
Gambar 3.9	Tampak Atas Sasis Mobil Listrik	56
Gambar 3.10	Tampak Depan Sasis Mobil Listrik	56
Gambar 3.11	Bentuk Sasis Mobil Listrik	57
Gambar 3.12	Tampak Depan <i>Gearbox</i> belakang Mobil Listrik	57
Gambar 3.13	Tampak Bawah <i>Gearbox</i> belakang Mobil Listrik	57
Gambar 3.14	Tampak Samping <i>Gearbox</i> Belakang Mobil Listrik	57
Gambar 3.15	Pencarian Aplikasi BASCOM-AVR	58
Gambar 3.16	Menunggu Aplikasi BASCOM-AVR terbuka	58
Gambar 3.17	Membuat Program Baru	59
Gambar 3.18	Hasil Rancangan Program pada Aplikasi BASCOM-AVR	59
Gambar 3.19	Menyimpan Program yang Telah dibuat	60
Gambar 3.20	Memilih Tempat Penyimpanan Program Tersebut.....	60

Gambar 3.21	Pengecekan Program yang Telah dibuat	61
Gambar 3.22	Meng-compile Program yang Telah dibuat	61
Gambar 3.23	Mensimulasikan Program yang Telah dibuat	62
Gambar 3.24	Peringatan Sebelum Melakukan Simulasi	62
Gambar 3.25	Tampilan Awal Simulasi	63
Gambar 3.26	LCD Sebagai Pembantu Pensimulasian	63
Gambar 3.27	Tampilan LCD Pada Menu Simulasi	64
Gambar 3.28	Tampilan Hasil Simulasi	64
Gambar 3.29	Pencarian Aplikasi ProgISP	65
Gambar 3.30	Tampilan Awal Aplikasi	65
Gambar 3.31	Membuka Program yang Telah dibuat dari Aplikasi Sebelumnya	66
Gambar 3.32	Membuka Hasil Program yang telah dibuat	66
Gambar 3.33	Memilih Jenis IC Mikrokontroler yang digunakan	67
Gambar 3.34	Tampilan untuk Alat <i>Flash</i> belum Tersambung	67
Gambar 3.35	Menghapus Sisa Program yang Masih ada di IC Mikrokontroler	68
Gambar 3.36	Pencarian Aplikasi 3D Max 7	68
Gambar 3.37	Tampilan awal <i>Project</i> Aplikasi 3D Max 7	69
Gambar 3.38	Tampilan Empat <i>Frame</i> 3D Max 7	69
Gambar 3.39	Hasil Pembuatan <i>Box</i> dengan 2 Dimensi	70
Gambar 3.40	Hasil Tampilan <i>Box</i> Dengan 3 Dimensi	70
Gambar 3.41	Pewarnaan hasil Box 3D Max 7	71
Gambar 3.42	Tampilan pembuatan <i>Box</i> yang sama	71
Gambar 3.43	Tampilan pilihan 3D Max 7	72
Gambar 3.44	Hasil Pendapatan Duplikasi Box 3D Max 7	72
Gambar 3.45	Tampilan tampak 3 Dimensi hasil 3D Max 7	73
Gambar 3.46	Pilihan <i>Rendering</i> 3D Max 7	73
Gambar 3.47	Tampilan menu untuk tampak hasil akhir <i>Box</i> 3D Max 7 ..	74
Gambar 3.48	Tampilan Hasil akhir prmbuatan Box pada 3D Max 7	74

Gambar 4.1	Titik Pengujian Rangkaian	79
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Tegangan dan Kecepatan.....	80
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Arus dan Kecepatan.....	82
Gambar 4.4	Sinyal Keluaran pada Persentase Pedal Gas 20 %	84
Gambar 4.5	Sinyal Keluaran pada Persentase Pedal Gas 40 %	84
Gambar 4.6	Sinyal Keluaran pada Persentase Pedal Gas 60 %	85
Gambar 4.7	Sinyal Keluaran pada Persentase Pedal Gas 80 %	85
Gambar 4.8	Sinyal Keluaran pada Persentase Pedal Gas 100 %	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Comparing A BLDC Motor To A Brushes DC Motor	30
Tabel 2.2	Comparing A BLDC Motor To A Induction Motor.....	31
Tabel 2.3	Hubungan Antara K_p , K_i dan K_d	33
Tabel 2.4	Konfigurasi Pin Sensor Arus ACS712	42
Tabel 2.5	Tipe-Tipe IC ACS712	42
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Pada Pedal Gas (TP1)	79
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Pada Sensor Arus (TP3).....	80
Tabel 4.3	Range Output Pada Sensor Arus	81

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
3. Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing 1
4. Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing 2
5. Lembar Rekomendasi Sidang Laporan Akhir
6. Lembar Pengesahan Revisi Laporan Akhir
7. Skema Rangkaian Keseluruhan
8. Mekanik Mobil Listrik
9. Elektronik Mobil Listrik
10. Program *Bascom* AVR ATMega32
11. Datasheet ACS712