



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PENYATAAN.....	iv
INTISARI .....	v
ABSTRACT.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Maksud dan Tujuan.....	1
C. Perumusan Masalah .....	2
D. Pembatasan Masalah.....	2
E. Metode Penulisan .....	2
F. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II DASAR TEORI .....	4
A. Motor DC.....	4
1. Prinsip dasar cara kerja motor .....	5
2. Pengaturan kecepatan motor DC dengan PWM .....	8



B. Mikrokontroler ATmega8535 .....	10
1. Instruksi pada mikrokontroler AVR ATmega8535 .....	12
2. Metode pengalamatan memory dan program ATmega8535 ....	12
3. Peripheral-peripheral mikrokontroler AVR ATmega8535.....	13
a. 8K Bytes In-System Programmable Flash.....	13
b. 512 bytes SRAM .....	13
c. 512 bytes In-System programmable EEPROM.....	13
d. Peripheral input/output .....	13
e. Timer/Counter .....	13
f. PWM (Pulse Width Modulation) .....	14
C. Koneksi ISP .....	15
D. Penampil LCD .....	16
1. Modul LCD Dot matrik 2 x 16 .....	16
a. Pin LCD.....	17
E. IC L293D .....	18
F. LM78XX.....	19
G. Keypad 3 x 4.....	20
H. CodeVisionAVR .....	20
I. Khazama .....	21
J. Optocoupler .....	21
1. Transmitter.....	21
2. Receiver .....	22
K. Pengendali PID.....	23
1. Pelaksanaan PID .....	24



2. Pengendali Proporsional (Kp).....	24
3. Pengendali Integral (Ki).....	27
4. Pengendali Derivatif (Kd).....	30
5. Penggabungan PID .....	31
<b>BAB III PENYUSUNAN ALAT .....</b>	<b>34</b>
A. Bahan dan alat .....	34
B. Tata laksana penyusunan alat .....	34
C. Perancangan hardware .....	36
1. Mikrokontroler ATmega8535.....	36
2. <i>Driver</i> motor L293D .....	38
3. Penampil LCD .....	38
4. Keypad 3x4 .....	39
5. Catu daya .....	40
6. RPM Meter .....	40
D. Perancangan perangkat lunak .....	41
1. Diagram alur program.....	42
2. Inisialisasi .....	42
3. Tampilan LCD .....	42
4. Subrutin keypad .....	43
5. Program utama.....	44
6. Interupsi TIM2_OVF .....	44
7. Rancangan PWM .....	45
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>47</b>
A. Pengujian Rangkaian Catu Daya .....	47



B. Pengujian Motor DC .....	48
C. Pengujian Tampilan .....	50
D. Pengujian Keypad .....	51
E. Pengujian Driver Motor L293D .....	54
F. Pengujian Sensor <i>Optocoupler</i> .....	56
G. Pengujian Sinyal PWM.....	57
1. Kecepatan 800 RPM .....	57
2. Kecepatan 1000 RPM .....	58
3. Kecepatan 1200 RPM .....	58
4. Kecepatan 1400 RPM .....	59
5. Kecepatan 1600 RPM .....	59
6. Kecepatan 1800 RPM .....	60
7. Kecepatan 2000 RPM .....	60
H. Pengujian RPM Meter.....	61
BAB V PENUTUP .....	64
A. Kesimpulan .....	64
B. Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	65
LAMPIRAN.....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Motor DC sederhana .....	4
Gambar 2.2. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor ...	5
Gambar 2.3. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor ...	5
Gambar 2.4. Medan magnet mengelilingi konduktor diantara kutub .....	6
Gambar 2.5. Reaksi garis <i>fluks</i> .....	6
Gambar 2.6. Prinsip kerja motor DC .....	7
Gambar 2.7. <i>Duty Cycle</i> dan Resolusi PWM.....	9
Gambar 2.8. Rangkaian pengaturan kecepatan motor DC dengan L293D .....	10
Gambar 2.9. Konfigurasi Pin <i>ATMega8535</i> .....	11
Gambar 2.10. Arsitektur Mikrokontroler keluarga <i>AVR</i> .....	11
Gambar 2.11. Register <i>TCCR0</i> .....	14
Gambar 2.12. Rangkaian Koneksi ISP .....	16
Gambar 2.13. Konfigurasi Pena L293D .....	18
Gambar 2.14. Pinout 78XX.....	19
Gambar 2.15. Rangkaian sederhana tegangan tetap LM 78XX.....	20
Gambar 2.16. Susunan keypad 3x4.....	20
Gambar 2.17. Rangkaian Optocoupler.....	22
Gambar 2.18. Pemindahan poros <i>output</i> motor dari posisi saat ini untuk Menargetkan posisi .....	24
Gambar 2.19. Diagram blok pengendali proporsional.....	25
Gambar 2.20. Respon sistem untuk kontroler proporsional dengan $K_p$ rendah	26
Gambar 2.21. Respon sistem untuk kontroler proporsional dengan $K_p$ tinggi	27



Gambar 2.22. Respon sistem untuk kontroler proporsional dengan $K_p$ yang Terlalu tinggi .....	27
Gambar 2.23. Kesalahan kondisi tetap akibat gesekan dan gravitasi .....	28
Gambar 2.24. Respon sistem untuk pengendali integral .....	29
Gambar 2.25. Diagram blok pengendali PID .....	32
Gambar 2.26. Respon sistem untuk pengendali PID yang benar.....	33
Gambar 3.1. Diagram blok Sistem.....	35
Gambar 3.2. Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535 .....	37
Gambar 3.3. Rangkaian <i>Driver</i> Motor L293D.....	38
Gambar 3.4. Rangkaian Penampil LCD pada ATmega8535.....	39
Gambar 3.5. Koneksi keypad ke Mikrokontroler .....	39
Gambar 3.6. <i>Rubber-Pad</i> 3x4 .....	39
Gambar 3.7. Rangkaian Catu Daya.....	40
Gambar 3.8. Rancangan <i>Rotary Encoder</i> .....	41
Gambar 3.9. Rangkaian Sensor Optokopler.....	41
Gambar 3.10. Diagram alur program utama dan interupsi .....	42
Gambar 4.1. Rangkaian Pengujian Catu Daya.....	47
Gambar 4.2. Grafik pengujian tegangan motor dengan kecepatan motor .....	50
Gambar 4.3. Hasil Pengujian LCD .....	51
Gambar 4.4. Pengujian <i>Driver</i> Motor L293D .....	54
Gambar 4.5. Sinyal PWM pada kecepatan 800 RPM .....	57
Gambar 4.6. Sinyal PWM pada kecepatan 1000 RPM .....	58
Gambar 4.7. Sinyal PWM pada kecepatan 1200 RPM .....	58
Gambar 4.8. Sinyal PWM pada kecepatan 1400 RPM .....	59



Gambar 4.9. Sinyal PWM pada kecepatan 1600 RPM.....	59
Gambar 4.10. Sinyal PWM pada kecepatan 1800 RPM.....	60
Gambar 4.11. Sinyal PWM pada kecepatan 2000 RPM.....	60
Gambar 4.12. Grafik Pengujian RPM Meter .....	63



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Konfigurasi Bit <i>WGM01</i> dan <i>WGM00</i> .....	14
Tabel 2.2. Konfigurasi Bit <i>COM01</i> dan <i>COM00</i> compare output mode phase correct PWM.....	15
Tabel 2.3. Deskripsi Pin dari Modul LCD.....	17
Tabel 3.1. Koneksi mikrokontroler ATmega8535 .....	36
Tabel 4.1. Pengujian Catu Daya .....	48
Tabel 4.2. Pengujian tegangan motor dengan kecepatan motor .....	48
Tabel 4.3. Tabel Pengujian Keypad.....	52
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Driver Motor L293D .....	55
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Optocoupler .....	56
Tabel 4.6 Pengujian RPM Meter .....	61