

MEKATRONIKA

Pendekatan Praktis

Gesang Nugroho
Rachmadi Norcahyo



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

Daftar Isi

Prakata.....	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xviii
Daftar Tabel.....	xxviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGERTIAN MEKATRONIKA.....	1
1.2 ELEKTRONIKA DASAR	5
1.2.1 Teori Elektron	5
1.2.2 Penghantar Listrik.....	12
1.3 KOMPONEN DASAR RANGKAIAN ELEKTRONIKA.....	18
1.3.1 Resistor.....	18
1.3.2 Diode.....	19
1.3.3 LED.....	20
1.3.4 Kapasitor	21
1.3.5 Transistor.....	22
1.3.6 <i>Switch (Mechanical Switch)</i>	23
1.3.7 <i>Solenoid</i>	25
1.3.8 <i>Relay</i>	26
1.3.9 Kontaktor	27
1.3.10 Power Supply Unit (PSU).....	28
1.3.11 <i>Key pad</i>	29
1.3.12 <i>Display</i>	29
1.3.13 <i>Pull-up Resistor</i>	30

1.3.14 Pengertian Tegangan (<i>voltage</i>).....	31
1.3.15 Pengertian Arus Listrik (<i>current</i>).....	31
BAB 2 MATERIAL SEMIKONDUKTOR.....	33
2.1 PENDAHULUAN.....	33
2.2 STRUKTUR ATOM.....	33
2.3 MATERIAL TIPE N.....	39
2.4 MATERIAL TIPE P.....	42
BAB 3 DIODE.....	45
3.1 P-N JUNCTION.....	45
3.2 DIODE ZENER.....	48
3.3 LED (LIGHT EMITTING DIODE).....	49
3.4 RECTIFIER.....	51
3.4.1 Half Wave Rectifier.....	51
3.4.2 The Full Wave Rectifier.....	52
3.5 PENYEARAH YANG MENGGUNAKAN JEMBATAN.....	52
3.6 FILTER KAPASITOR.....	53
3.7 PENGUATAN ARUS.....	54
BAB 4 TRANSISTOR.....	56
4.1 PENDAHULUAN.....	56
4.2 CARA KERJA TRANSISTOR.....	57
4.3 PHOTOTRANSISTOR.....	59
4.4 FIELD-EFFECT TRANSISTOR (FET).....	60
BAB 5 SISTEM BILANGAN.....	62
5.1 SISTEM BILANGAN ANALOG DIGITAL.....	62
5.2 SISTEM BILANGAN.....	63

5.3	SISTEM BILANGAN DESIMAL	63
5.4	SISTEM BILANGAN BINER	63
	5.4.1 Mengubah Bilangan Biner ke Bilangan Desimal.....	66
	5.4.2 Mengubah Bilangan Desimal ke Bilangan Biner.....	67
	5.4.3 Sistem Bilangan Biner Pada Register	68
5.5	SISTEM BILANGAN HEKSADESIMAL.	68
	5.5.1 Mengubah Bilangan Heksadesimal ke Bilangan Desimal...	69
	5.5.2 Mengubah Bilangan Desimal ke Bilangan Heksadesimal...	70
BAB 6 ALJABAR BOOLEAN.....		71
6.1	PENDAHULUAN	71
6.2	OPERATOR AND.....	71
	6.2.1 AND Gate	72
	6.2.2 Hukum AND	72
	6.2.3 Rangkaian AND Gate	73
6.3	OPERATOR OR	74
	6.3.1 OR Gate	75
	6.3.2 Hukum OR.....	76
	6.3.3 Rangkaian OR Gate	76
6.4	OPERATOR NOT.....	78
	6.4.1 Hukum NOT	79
	6.4.2 Rangkaian NOT Gate.....	79
6.5	LOGIC GATE LAIN.....	81
	6.5.1 NAND Gate	81
	6.5.2 NOR Gate.....	82
	6.5.3 Exclusive OR Gates (Exclusive OR)	82
BAB 7 SISTEM KENDALI.....		84
7.1	PENDAHULUAN	84
7.2	PERANAN SISTEM KENDALI.....	85

7.2.1	Sistem Autopilot pada Pesawat Terbang.....	86
7.2.2	Sistem Pengatur Suhu Udara dalam Ruangan	87
7.3	PENGELOMPOKAN SISTEM KENDALI	88
7.3.1	Pengelompokan Sistem Kendali Berdasarkan Aplikasinya.....	88
7.3.2	Pengelompokan Sistem Kendali Berdasarkan Karakteristik Sistem.....	93
7.4	PEMODELAN MATEMATIS SISTEM DINAMIS.....	95
7.4.1	Pengantar.....	95
7.4.2	Persamaan Kondisi Sistem Dinamik.....	97
7.4.3	Model Matematis Sistem Listrik.....	98
7.4.4	Model Matematis Sistem Mekanik	100
7.4.5	Model Matematis Sistem Elektromekanik.....	103
7.4.6	Fungsi Alih (Transfer Function).....	106
7.4.7	Tanggapan Sistem	106
7.4.8	Kestabilan Sistem.....	114
7.4.9	Pengendalian PID (Proporsional Integral Derivative)	116
BAB 8	SENSOR	123
8.1	PENDAHULUAN	123
8.2	PERFORMANCE DAN ISTILAH.....	123
8.3	SENSOR GAYA, TORSI, DAN TEKANAN	124
8.3.1	Sensor Gaya Load Cell	125
8.3.2	Sensor Torsi.....	126
8.3.3	Sensor Tekanan	127
8.4	SENSOR PERGESERAN, KECEPATAN, DAN PERCEPATAN .	128
8.4.1	Potensiometer	129
8.4.2	LVDT	130
8.4.3	Optical Encoder	131
8.4.4	Sensor kecepatan (tachogenerator)	132

8.5	SENSOR TEMPERATUR	133
	8.5.1 Strip Bimetal	133
	8.5.2 Resistance Temperature Detector (RTD)	134
	8.5.3 Thermistor	135
	8.5.4 Thermocouple	136
	8.5.5 Sensor Temperatur Solid-State.....	137
8.6	SENSOR ALIRAN DAN KETINGGIAN FLUIDA	138
	8.6.1 Pitot Tube	138
	8.6.2 Turbine Flow Meter	139
	8.6.3 Venturi Meter	139
	8.6.4 Orifice Meter	140
	8.6.5 Sluice Gate	141
	8.6.6 Weir	141
	8.6.7 Float	142
	8.6.8 Differential Pressure	142
	8.6.9 Ultrasonik.....	143
8.7	SENSOR TIDAK KONTAK (NONCONTACTING SENSOR/PROXIMITY SENSOR)	144
	8.7.1 Capacitance Proximity Sensor	144
	8.7.2 Inductive Proximity Sensor.....	145
	8.7.3 Magnetic Proximity Switch	146
	8.7.4 Ultrasonic Proximity Detectors.....	146
BAB 9 PENGONDISIAN SINYAL.....		148
9.1	PENDAHULUAN	148
9.2	INTERFACING	148
9.3	PROSES PENGONDISIAN SINYAL	148
9.4	OPERATIONAL AMPLIFIER	149
	9.4.1 Inverting Amplifier.....	150
	9.4.2 Non-inverting Amplifier.....	151

9.5	PROTECTION.....	152
9.6	FILTERING	153
9.7	JEMBATAN WHEATSTONE	154
9.8	SINYAL DIGITAL.....	156
	9.8.1 Digital to Analog Converter (DAC).....	157
	9.8.2 Analog to Digital Converter (ADC).....	157
BAB 10 MOTOR LISTRIK		159
10.1	PENDAHULUAN	159
10.2	PRINSIP KERJA MOTOR LISTRIK.....	159
10.3	ATURAN TANGAN KANAN	160
10.4	KLASIFIKASI MOTOR LISTRIK	160
10.5	MOTOR DC BRUSH	161
	10.5.1 Konstruksi.....	161
	10.5.2 Prinsip Operasi.....	162
	10.5.3 Motor DC Magnet Nonpermanen	164
	10.5.4 Pengontrolan Motor DC.....	167
	10.5.5 Driver Motor DC.....	169
10.6	MOTOR DC BRUSHLESS	171
	10.6.1 Konstruksi	171
	10.6.2 Prinsip Operasi.....	172
	10.6.3 Pengontrolan Motor DC Brushless	172
	10.6.4 Komutasi (switching) pada Motor DC Brushless	172
10.7	MOTOR STEP	175
	10.7.1 Prinsip Operasi.....	175
	10.7.2 Mode Switching (Switching Mode).....	176
	10.7.3 Driver Motor Step	179
10.8	MOTOR AC.....	181
	10.8.1 Konstruksi	181

10.8.2	Prinsip Operasi.....	181
10.8.3	Pengontrolan Motor AC.....	183
10.8.4	Instalasi Motor AC.....	184
10.9	RELAI PENGENDALI ELEKTROMEKANIS.....	185
10.10	KONTAKTOR MAGNETIS.....	186
 BAB 11 SISTEM AKTUATOR PNEUMATIK		189
11.1	PENDAHULUAN	189
11.2	AKTUATOR PNEUMATIK.....	190
11.2.1	Silinder Kerja Tunggal	191
11.2.2	Silinder Kerja Ganda.....	193
11.3	KATUP PNEUMATIK.....	196
11.3.1	Katup Kontrol Arah.....	196
11.4	JENIS KATUP PNEUMATIK	197
11.4.1	Katup Kontrol Arah	197
11.4.2	Katup Satu Arah.....	199
11.4.3	Katup Cek.....	199
11.4.4	Two Pressure Valve	199
11.4.5	Shuttle Valve	200
11.4.6	Quick Exhaust Valve	201
11.4.7	Katup Kontrol Aliran.....	201
11.4.8	Katup Tekanan.....	202
11.4.9	Katup Tunda Waktu.....	203
 BAB 12 AKTUATOR HIDRAULIK		206
12.1	PENDAHULUAN	206
12.2	DASAR-DASAR HIDRAULIKA	206
12.2.1	Hukum Pascal	206
12.2.2	Distribusi Tekanan	208

12.2.3	Hukum Archimedes	209
12.2.4	Persamaan Bernoulli	209
12.3	KOMPONEN SISTEM HIDROLIK	210
12.3.1	Pompa Hidrolik.....	210
12.3.2	Valve Kontrol	212
12.3.3	Aktuator.....	215
12.3.4	Silinder Hidrolik	219
12.3.5	Reservoir	222
12.3.6	Akumulator	222
12.3.7	Fluida Hidrolik.....	223
12.3.8	Filter.....	223
12.3.9	Pipa Aliran (<i>Hose Line</i>)	224
12.4	KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN SISTEM HIDROLIK	224
12.4.1	Keuntungan Sistem Hidrolik.....	224
12.4.2	Kerugian Sistem Hidrolik	227
BAB 13 SISTEM MEKANIK		230
13.1	SISTEM MEKANIK UMUM.....	230
13.2	PERANCANGAN MESIN	232
13.3	PEMILIHAN MATERIAL.....	234
13.3.1	Sifat Mekanik.....	234
13.3.2	Sifat Fisik	236
13.3.3	Sifat Teknologi	236
13.3.4	Pengujian Bahan	237
13.4	KONSEP GERAKAN	240
13.4.1	Pemegang Benda Kerja.....	241
13.4.2	Spindle	241
13.4.3	Bantalan Gerakan Rotasi/Spindle	241
13.4.4	Transmisi Putaran.....	242

13.4.5	Rumah Gerakan Rotasi/ <i>Spindle</i>	242
13.4.6	Transmisi Sabuk.....	242
13.4.7	Transmisi Rantai	243
13.4.8	Penggerak.....	245
13.5	RANGKA.....	246
13.5.1	Mekanisme Struktur Rangka.....	246
13.6	PROSES MANUFAKTUR.....	249
13.6.1	Pengecoran (Casting)	249
13.6.2	Pembentukan (Forming)	249
13.6.3	Pengelasan (Welding)	250
13.6.4	Pemesinan (Machining)	250
13.6.5	Metalurgi Serbuk (Powder Metallurgy).....	250
13.6.6	Pengerjaan Permukaan (Surface Treatment).....	250
13.6.7	Perlakuan Panas (Heat Treatment).....	250
13.6.8	Proses Pemotongan	250
13.6.9	Klasifikasi Proses Pemotongan	251
13.6.10	Elemen Dasar Proses Pemotongan.....	252
13.7	ELEMEN MESIN.....	253
13.7.1	Mur dan Baut	253
13.7.2	Pasak	255
13.7.3	Pena.....	256
13.7.4	Poros	257
13.7.5	Kopling	258
13.7.6	Sabuk-Puli.....	259
13.7.7	Rantai-Sproket	261
13.7.8	Roda Gigi.....	262
BAB 14 MIKROKONTROLER ARDUINO		264
14.1	JENIS ARDUINO BOARD.....	265
14.1.1	Arduino Uno Rev3	265

14.1.2	Arduino Mega 2560 Rev3.....	267
14.1.3	Arduino Nano.....	268
14.2	JENIS ARDUINO <i>SHIELD</i>	269
14.2.1	Arduino Motor Shield Rev3.....	270
14.2.2	Arduino 4 Relays Shield	271
14.2.3	Arduino Ethernet Shield 2.....	271
 BAB 15 DASAR PEMROGRAMAN ARDUINO		273
15.1	ARDUINO IDE	273
15.2	STRUKTUR DASAR PROGRAM ARDUINO.....	275
15.3	KONTROL PROGRAM.....	278
15.3.1	Pengujian Kondisi	278
15.3.2	Perulangan.....	281
15.4	OPERATOR ARITMATIKA.....	284
15.5	VARIABEL	287
15.6	TIPE DATA.....	287
15.7	KONSTANTA.....	288
15.8	PIN INPUT-OUTPUT.....	289
15.8.1	Inisialisasi Fungsi Pin I/O	290
15.8.2	Menulis Data Digital Pin Output	290
15.8.3	Membaca Data Digital Pin Input	291
 BAB 16 PROGRAM SEDERHANA ARDUINO		292
16.1	PROGRAM 1: MENYALAKAN LED.....	293
16.2	PROGRAM 2: LED BERKEDIP.....	297
16.3	PROGRAM 3: LED BERJALAN	297
16.4	PROGRAM 4: TRAFFIC LIGHT CONTROLLER.....	299
16.5	PROGRAM 5: SEVEN SEGMENT DISPLAY (BAGIAN 1) ..	305
16.6	PROGRAM 6: SEVEN SEGMENT DISPLAY (BAGIAN 2) ..	306

16.7	PROGRAM 7: DIGITAL INPUT 1 TOMBOL- 1 LED	308
16.8	PROGRAM 8: DIGITAL INPUT 4 TOMBOL-4 LED	310
16.9	PROGRAM 9: LCD 2X16 (STATIC).....	313
16.10	PROGRAM 10: LCD 2X16 (DYNAMIC TEXT).....	316
16.11	PROGRAM 11: CHANNEL PWM	317
16.12	PROGRAM 12: DIMMER LED	319
16.13	PROGRAM 13: LED DENGAN KOMUNIKASI SERIAL DUA ARAH.....	321
16.14	PROGRAM 14: KEYPAD 4X3.....	327
16.15	PROGRAM 15: ANALOG INPUT A0 A1	330
16.16	PROGRAM 16: MENDETEKSI TEMPERATUR DENGAN SENSOR LM35	332
16.17	PROGRAM 17: KONTROL MOTOR DC.....	336
16.18	PROGRAM 18: KONTROL MOTOR SERVO.....	338
16.19	PROGRAM 19: KONTROL MOTOR STEPPER.....	340
16.20	PROGRAM 20: MENDETEKSI JARAK DENGAN ULTRASONIC SENSOR	343
Daftar Pustaka.....		348
Tentang Penulis.....		362