



DAFTAR ISI

LAPORAN PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.1.1 Metode Pustaka	4
1.1.2 Metode Perancangan	4
1.1.3 Metode Diskusi	4
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Transformator Daya	8
2.2.1 Konstruksi Transformator Daya.....	9
2.3 Proses Pembentukan Gas	21
2.4 Arduino Uno	26
2.4.1 Main Board Arduino Uno	27
2.4.2 Bagian-bagian Arduino Uno	27



2.5 Sensor MG-811	30
2.6 Sensor MQ-4	31
2.7 Sensor MQ-7	32
2.8 Sensor MQ-8	33
2.9 LCD 16x2.....	33
2.9.1 Pengendali/Control LCD.....	34
2.9.2 Register Control	35
2.9.3 Pin-pin LCD.....	35
2.10 Buzzer	36
2.11 Inter Integrated Circuit (I2C)	37
2.11.1 Protokol Fisik I2C	38

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Blok Diagram Sistem	40
3.2 Perancangan Perangkat Keras	42
3.2.1 Desain Mekanik Alat	42
3.2.2 Pembuatan Perangkat Keras.....	42
3.3 Perancangan Perangkat lunak	63
3.3.1 Flowchart	63
3.3.2 Program ADC (Analog to Digital Converter) konversi PPM	64

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Fungsional	69
4.1.1 Pengujian rangkaian mikrokontroller dan LCD	69
4.1.2 Pengujian pin ADC	71
4.1.3 Pengujian sensor MQ-4 (CH ₄).....	74
4.1.4 Pengujian sensor MQ-7 (CO).....	76
4.1.5 Pengujian sensor MQ-8 (H ₂)	78
4.1.6 Pengujian sensor MG-811 (CO ₂).....	80
4.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	82
4.3 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	88



BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
Daftar Pustaka	93
LAMPIRAN.....	94



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator Daya 60 MVA	9
Gambar 2.2 Bagian Inti Besi	9
Gambar 2.3 Kumparan Transformator	10
Gambar 2.4 Minyak Transformator	11
Gambar 2.5 Tank dan Konservator Transformator	12
Gambar 2.6 <i>Bushing</i> Transformator	12
Gambar 2.7 Pendingin Transformator	14
Gambar 2.8 <i>Silca gel</i>	14
Gambar 2.9 <i>Tap Changer</i> Transformator	15
Gambar 2.10 <i>Neutral Grounding Resistor</i> Transformator	16
Gambar 2.11 <i>Explosive Membrane Relay</i> Transformator	18
Gambar 2.12 Bagian dalam <i>Relay Bucholz</i>	19
Gambar 2.13 <i>Relay Differential</i> Transformator	20
Gambar 2.14 <i>Overcurrent Relay</i> Transformator	20
Gambar 2.15 <i>Ground Fault Relay</i> Transformator	21
Gambar 2.16 <i>Partial Discharge</i> (perubahan suhu yang dihasilkan)	25
Gambar 2.17 Board Arduino Uno	27
Gambar 2.18 MG-811CO ₂ Gas Sensor <i>Module</i>	31
Gambar 2.19 MQ-4 CH ₄ Gas Sensor <i>Module</i>	32
Gambar 2.20 MQ-7 CO Gas Sensor <i>Module</i>	33
Gambar 2.21 MQ-8 Gas <i>Hydrogen</i> Sensor <i>Module</i>	33
Gambar 2.22 Liquid Cristal Diplay (LCD)	36
Gambar 2.23 Buzzer	37
Gambar 2.24 Inter Integrated Circuit	38
Gambar 2.25 Alur data SDA dan SCL	38
Gambar 3.1 Diagram blok sistem.....	40
Gambar 3.2 Desain <i>Hardware</i> Alat Pendeteksi Gas	42
Gambar 3.3 Sensor MQ-4 (Winsen, 2014).....	43
Gambar 3.4 Bagian-bagian Sensor MQ-4 (Hanwei, 2014)	44
Gambar 3.5 Modul Sensor MQ-4 (Hanwei, 2014).....	45
Gambar 3.6 Kurva karakteristik sensor MQ-4	45
Gambar 3.7 Grafik sensor gas metana.....	46
Gambar 3.8 Sensor MQ-7 (Hanwei, 2000)	47
Gambar 3.9 Bagian-bagian Sensor MQ-7 (Hanwei, 2000)	48
Gambar 3.10 Modul Sensor MQ-7 (Hanwei, 2014).....	49
Gambar 3.11 Kurva karakteristik sensor MQ-7	49
Gambar 3.12 Grafik sensor gas karbon monoksida.....	50
Gambar 3.13 Sensor MQ-8 (Winsen, 2014).....	51
Gambar 3.14 Bagian-bagian Sensor MQ-8 (Hanwei, 2000)	52



Gambar 3.15 Modul Sensor MQ-8 (Hanwei, 2014).....	53
Gambar 3.16 Kurva karakteristik sensor MQ-8	53
Gambar 3.17 Grafik sensor gas hidrogen	54
Gambar 3.18 Sensor MG-811 (Winsen, 2015)	55
Gambar 3.19 Bagian-bagian Sensor MG-811 (Hanwei, 2000).....	56
Gambar 3.20 Modul Sensor MG-811 (Hanwei, 2014).....	56
Gambar 3.21 Kurva karakteristik sensor MG-811	57
Gambar 3.22 Grafik sensor gas karbon dioksida.....	58
Gambar 3.23 rangkaian skematik sistem minimum mikrokontroller	59
Gambar 3.24 skematik pin sensor MQ-4.....	59
Gambar 3.25 skematik pin sensor MQ-7.....	60
Gambar 3.26 skematik pin sensor MQ-8.....	60
Gambar 3.27 skematik pin sensor MG-811	60
Gambar 3.28 skematik rangkaian <i>push button</i> dengan arduino.....	61
Gambar 3.29 skematik rangkaian led dengan arduino	61
Gambar 3.30 skematik rangkaian <i>buzzer</i> dengan arduino	61
Gambar 3.31 skematik rangkaian I2C dengan arduino	62
Gambar 3.32 rangkaian skematik koneksi jalur LCD dengan I2C	62
Gambar 3.33 Flowchart alat pendeteksi gas	64
Gambar 4.1 Tampilan LCD	71
Gambar 4.2 Hasil pembacaan PPM gas metana pada ruang terbuka	75
Gambar 4.3 Hasil pembacaan PPM gas metana pada ruang tertutup	75
Gambar 4.4 Hasil pembacaan PPM gas karbon monoksida pada ruang terbuka	77
Gambar 4.5 Hasil pembacaan PPM gas karbon monoksida pada ruang tertutup	77
Gambar 4.6 Hasil pembacaan PPM gas hidrogen pada ruang terbuka.....	79
Gambar 4.7 Hasil pembacaan PPM gas hidrogen pada ruang tertutup	79
Gambar 4.8 Hasil pembacaan PPM gas karbon dioksida pada ruang terbuka	81
Gambar 4.9 Hasil pembacaan PPM gas karbon dioksida pada ruang tertutup	81
Gambar 4.10. <i>Push button</i> , led 1 aktif.....	89
Gambar 4.11 <i>Push button</i> , led 2 aktif.....	89
Gambar 4.12 <i>Push button</i> , led 3 aktif.....	89
Gambar 4.13 <i>Push button</i> , led 4 aktif.....	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Gas Combustible dan Non-Combustible	23
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno R3	30
Tabel 3.1 Spesifikasi sensor MQ-4	43
Tabel 3.2 Standard kondisi kerja sensor MQ-7	47
Tabel 3.3 Standard kondisi kerja sensor MQ-8	51
Tabel 3.4 Standard kondisi kerja sensor MG-811	55
Tabel 3.5 Koneksi pin LCD dan I2C	62
Tabel 4.1 Pengujian rangkaian mikrokontroller	70
Tabel 4.2 ADC pin A0	72
Tabel 4.3 ADC pin A1	72
Tabel 4.4 ADC pin A2	73
Tabel 4.5 Pengujian sistem keseluruhan	90