

**RANCANG BANGUN SENSOR TDS (*TOTAL
DISSOLVED SOLID*) SEBAGAI ELEMEN
UMPAN BALIK PADA SISTEM OTOMATISASI
FILTER AIR TANAH**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh:

RIFAUDIN SAKRONI

1652510023

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

2020

RANCANG BANGUN SENSOR TDS (*TOTAL DISSOLVED SOLID*) SEBAGAI ELEMEN UMPAN BALIK PADA SISTEM OTOMATISASI FILTER AIR TANAH

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh:
RIFAUDIN SAKRONI
1652510023

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BUDI LUHUR

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dari mahasiswa :

Nama : **RIFAUDIN SAKRONI**
NIM : **1652510023**
Judul : **RANCANG BANGUN SENSOR TDS (*TOTAL DISSOLVED SOLID*) SEBAGAI ELEMEN UMPAN BALIK PADA SISTEM OTOMATISASI FILTER AIR TANAH**

Telah selesai diperiksa dan disetujui untuk diujikan dalam Sidang Tugas Akhir.

Jakarta, 3 Juli 2020

Dosen Pembimbing,

Dr.Ir. Nazori A.Z., M.T.

LEMBAR PERSETUJUAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dari mahasiswa:

Nama : RIFAUDIN SAKRONI
NIM : 1652510023
Judul : RANCANG BANGUN SENSOR TDS (*TOTAL DISSOLVED SOLID*) SEBAGAI ELEMEN UMPAN BALIK PADA SISTEM OTOMATISASI FILTER AIR TANAH

Disetujui dan telah dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir.

Jakarta, 27 Juli 2020

Dosen Penguji I,

Nama Dosen Penguji I

Dosen Penguji II,

Nama Dosen Penguji II



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BUDI LUHUR

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Rifaudin Sakroni
Nomor Induk Mahasiswa : 1652510023
Program Studi : Teknik Elektro
Bidang Peminatan : Teknik Kontrol
Jenjang Studi : Strata 1
Judul : RANCANG BANGUN SENSOR TDS (TOTAL DISSOLVED SOLID)
SEBAGAI UMPAN BALIK KONTROL SISTEM OTOMATISASI FILTER
AIR TANAH



Laporan Tugas Akhir ini telah disetujui, disahkan dan direkam secara elektronik sehingga tidak memerlukan tanda tangan tim penguji.

Jakarta, Selasa 28 Juli 2020

Tim Penguji:

Ketua	: Sujono, S.T., M.T
Anggota	: Akhmad Musafa, S.T., M.T
Pembimbing	: Dr. Ir. Nazori A Z, M.T
Ketua Program Studi	: Akhmad Musafa, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : **RIFAUDIN SAKRONI**
NIM : **1652510023**
Judul : **RANCANG BANGUN SENSOR TDS (*TOTAL DISSOLVED SOLID*) SEBAGAI ELEMEN UMPAN BALIK PADA SISTEM OTOMATISASI FILTER AIR TANAH**

Jakarta, 11 Agustus 2020

Dosen Pembimbing,

Dr.Ir. Nazori A.Z., M.T.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Budi Luhur

Ka.Prodi. Teknik Elektro
Fakultas Teknik-Universitas Budi Luhur

Dr.Ir. Nazori A.Z., M.T.

Akhmad Musafa S.T., M.T.

ABSTRAK

Air tanah merupakan salah satu sumber air yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Namun mutu air tanah yang dihasilkan setiap daerah berbeda-beda. Persyaratan mutu air minum diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010. Salah satu parameter yang diatur yaitu total zat padat terlarut (TDS) maksimal sebesar 500ppm. Kandungan TDS air pada lokasi tertentu berbeda, tergantung tingkat larutan mineral yang ada di daerah tersebut. Air yang mengandung mineral tinggi tidak baik untuk kesehatan, karena mineral tersebut tidak hilang walaupun dengan cara direbus. Dalam tugas akhir ini telah dirancang sensor TDS, yang digunakan sebagai elemen umpan balik sistem otomatisasi filter air tanah. Pemasangan sensor TDS pada sistem, bertujuan agar kadar TDS air hasil filter dapat dimonitor secara real time. Dan sistem dapat secara otomatis menjaga kadar TDS sesuai setpoint. Sensor TDS dirancang menggunakan metode elektro konduktivitas. Sensor TDS terdiri dari: dua buah probe dengan bahan gold aluminium alloy, Op-amp TL074 sebagai pembangkit gelombang sinus dan pengkondisian sinyal analog, mikrokontroler ESP-12E sebagai kontrol sensor, LCD 16x02 dan keypad 4x4 sebagai antarmuka sistem entry, modbus RS485 sebagai antarmuka komunikasi sensor TDS dan 16bit ADC eksternal ADS1115 untuk merubah sinyal analog ke digital. Sensor TDS dirancang dengan rentang pengukuran 0ppm sampai 2000ppm. Berdasarkan hasil pengujian sensor TDS yang telah dilakukan, didapatkan error sebesar 2,72%% dibandingkan dengan EZ-9908 dan 6,76% dibandingkan dengan TDS-3. Hasil pengujian respon sistem, dengan kondisi nilai TDS air awal sebesar 887,57ppm dan nilai setpoint sebesar 300 ppm, didapatkan waktu turun (Setling Time (ts)) tercapai selama 200 menit.

Kata Kunci: total padatan terlarut (TDS), sensor konduktivitas, ESP-12E, otomatisasi filter air, Modbus RS485

ABSTRACT

Ground water is a source of water consumed by the people of Indonesia. However, the quality of groundwater produced varies from region to another. The requirements for the quality of drinking water are regulated by the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number: 492 / Menkes / Per / IV / 2010. One of the parameters regulated is the maximum total dissolved solids (TDS) of 500ppm. The TDS content of water in certain locations is different, depending on the level of mineral solution in the area. Water that contains high minerals is not good for health, because these minerals are not disappear even by boiling. In this final project has designed a TDS sensor, which is used as a element feedback groundwater filter automation system. The installation of the TDS sensor in the system is intended so that the TDS level of the filtered water can be monitored in real time. And the system can automatically maintain TDS levels according to the setpoint. The TDS sensor is designed using the electro conductivity method. The TDS sensor consists of: two probes with gold aluminum alloy material, the TL074 op-amp as a sine wave generator and analog signal conditioning, an ESP-12E microcontroller as a sensor control, a 16x02 LCD and a 4x4 keypad as an entry system interface, a RS485 modbus as a communication interface. TDS sensor and external 16bit ADC ADS1115 to convert analog to digital signal. The TDS sensor is designed with a measurement range of 0ppm to 2000ppm. Based on the results of the TDS sensor testing that has been done, the error is 2.72 %% compared to EZ-9908 and 6.76% compared to TDS-3. The results of the system response test, with the initial water TDS value of 887.57ppm and the setpoint value of 300 ppm, it was found that the setting time (ts) was reached for 200 minutes.

Keywords: total dissolved solids (TDS), conductivity sensors, ESP-12E, air filter automation, Modbus RS485

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN SENSOR TDS (*TOTAL DISSOLVED SOLID*) SEBAGAI ELEMEN UMPAN BALIK PADA SISTEM OTOMATISASI FILTER AIR TANAH**". Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program sarjana strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jakarta. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas segala dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak selama proses studi dan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT, Atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Mukolim dan Ibu Lutiya orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungannya selama ini.
3. Istri tercinta Nurullah Utami yang dengan sabar mendampingi, memberi semangat dan kontribusi yang besar dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Segenap keluarga penulis yang telah memberikan motivasi dan doa selama penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Nazori A.Z, MT. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jakarta dan dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
6. Bapak Akhmad Musafa, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur Jakarta dan dosen pembimbing akademik yang selalau memberikan arahan dan bimbingan selama menempuh perkuliahan.
7. Seluruh dosen Fakultas Teknik yang telah membimbing dalam perkuliahan dengan ilmu dan pengalaman yang luar biasa.
8. Seluruh staff sekretariat Fakultas Teknik yang selalu membantu proses administrasi.
9. Sahabat-sahabat yang telah memberikan motivasi dan bantuan kepada penulis.
10. Rekan-rekan PT Pharos Indonesia yang telah memberikan saran dan usulan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak penulis harapkan untuk penyajian laporan dimasa mendatang lebih baik lagi.

Semoga penulisan laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca sekaligus sebagai tambahan pengetahuan bagi semua pihak.

Jakarta, 3 Juli 2020

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
 BAB II DASAR TEORI	 6
2.1. Pengertian Air Tanah	6
2.1.1. Mutu Air Tanah	6
2.2. Total Padatan Terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	7
2.3. Metode Pengukuran TDS Pada Air	8
2.3.1. Metode Gravimetri	8
2.3.2. Metode Konduktivitas Listrik	9
2.3.3. Sensor TDS meter	10
2.4. <i>Operational Amplifier</i> (OP-AMP)	11
2.4.1. Op-Amp Sebagai Penguat <i>Inverting</i>	11
2.4.2. Op Amp Sebagai Penguat <i>Non-Inverting</i>	14
2.4.3. IC TL074	17
2.5. Modbus RS485	18
2.6. Resistor	21
2.7. Dioda	22
2.8. Kapasitor	23
2.9. <i>DC Buck Converter</i>	24
2.10. IC LM1117-3V3	26
2.11. <i>Charge pump regulator</i> IC L7660	27
2.12. Modul Isolator B0505S-1W	28
2.13. Mikrokontroler ESP-12E	29
2.14. Komunikasi data I2C	30
2.15. IC ISO1540D	31

2.16. IC ADS1115	32
2.17. IC PCF8574.....	34
2.18. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	36
2.19. <i>Keypad</i> Matrik 4x4.....	38
BAB III PERANCANGAN SISTEM	39
3.1. Gambaran Umum Sistem	40
3.1.1. Diagram Blok Sistem.....	40
3.1.2. Prinsip Kerja Sistem	41
3.1.3. Spesifikasi Sensor TDS	43
3.2. Perancangan Elektronik	43
3.2.1. Diagram Blok Rangkaian Sensor TDS.....	44
3.2.2. Perancangan Rangkaian <i>Analog</i> Sensor TDS	45
3.2.2.1. Rangkaian Osilator <i>Wein Bridge</i>	48
3.2.2.2. Rangkaian Penguat <i>Non-Inverting</i>	50
3.2.2.3. Rangkaian Penyearah Presisi AC Ke DC	51
3.2.2.4. Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> (LPF).....	52
3.2.3. Perancangan Rangkaian <i>Digital</i> Sensor TDS	53
3.2.3.1. Rangkaian Sistem Minimum ESP-12E.....	55
3.2.3.2. Rangkaian I2C Data Isolator dan ADC ADS1115	57
3.2.3.3. Rangkaian <i>Tranciever</i> Modbus RS485.....	59
3.2.4. Perancangan Rangkaian Regulator DC.....	60
3.2.5. Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD).....	63
3.2.6. Rangkaian <i>Keypad</i> Matrik 4x4.....	64
3.2.7. Perancangan PCB sensor TDS.....	65
3.2.7.1. Perancangan Desain Skematik.....	66
3.2.7.2. Perancangan Desain PCB	67
3.2.7.3. Mencetak PCB	68
3.2.7.4. Perakitan komponen pada PCB	70
3.3. Perancangan Mekanik.....	72
3.3.1 Perancangan Bok PCB Sensor TDS	72
3.3.2 Perancangan Probe Sensor TDS.....	74
3.3.3 Perancangan Model Filter Air Tanah	77
3.4. Perancangan Perangkat Lunak	78
3.4.1 Program Mikrokontroler ESP-12E.....	78
3.4.1.1. Sub Program Baca Sensor TDS	79
3.4.1.2. Sub Program Modbus RS485.....	80
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	82
4.1. Pengujian Rangkaian Regulator DC	82
4.2. Pengujian Rangkaian Sistem Minimum ESP-12E.....	87
4.3. Pengujian Rangkaian LCD	91

4.4. Pengujian Rangkaian Sistem <i>Entry</i>	93
4.5. Pengujian Rangkaian ADC Eksternal ADS1115	97
4.6. Pengujian Rangkaian Modbus RS485	102
4.7. Pengujian Rangkaian Analog Sensor TDS	105
4.8. Pengujian Sensor TDS Terhadap Variasi Kandungan Zat Padat Terlarut Pada Air	110
4.9. Pengujian Keakuratan Sensor TDS.....	113
4.10. Pengujian Respons Sistem Kontrol Filter Air Tanah Yang menggunakan sensor TDS	119
BAB V KESIMPULAN	123
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Gravimetri Pada Tabung Reaksi	9
Gambar 2.2 Pengaruh Luas Penampang Terhadap konduktansi	10
Gambar 2.3 Pengukuran TDS Pada Air	10
Gambar 2.4 Rangkaian Penguat <i>Inverting</i>	11
Gambar 2.5 Sinyal <i>Input</i> Dan <i>Output</i> Penguat <i>Inverting</i>	12
Gambar 2.6 Analisis Rangkaian Penguat <i>Inverting</i>	12
Gambar 2.7 Rangkaian Penguat <i>Non-Inverting</i>	14
Gambar 2.8 Sinyal <i>Input</i> dan <i>Output</i> Penguat <i>Non-Inverting</i>	15
Gambar 2.9 Penjabaran Rangkaian Penguat <i>Non-Inverting</i>	16
Gambar 2.10 <i>Pinout</i> IC TL074	18
Gambar 2.11 Diagram Pengkabelan Modbus RS485	19
Gambar 2.12 Koneksi Perangkat Modbus	19
Gambar 2.13 <i>Pinout</i> IC MAX485	20
Gambar 2.14 Resistor Dengan Daya $\frac{1}{4}$ - 5W	21
Gambar 2.15 Bentuk (a) Simbol Dioda (b)Macam Dioda	22
Gambar 2.16 Macam –Macam Simbol Kapasitor	23
Gambar 2.17 Rangkaian <i>DC Copper</i>	24
Gambar 2.18 Prinsip Kerja <i>DC Chopper Tipe Buck2</i>	25
Gambar 2.19 <i>Pinout</i> IC MP1584	26
Gambar 2.20 Skematik dan <i>Pinout</i> IC LM1117	27
Gambar 2.21 Rangkaian IC L7660	27
Gambar 2.22 Modul B0505S-1W	28
Gambar 2.23 Dimensi Dan <i>Pinout</i> Modul B0505S-1W	28
Gambar 2.24 <i>Pinout</i> ESP-12E	29
Gambar 2.25 Diagram Pengkabelan Master Dan Slave I2C	31
Gambar 2.26 <i>Pull-up</i> Resistor Jalur I2C	31
Gambar 2.27 <i>Pinout</i> IC ISO1540D	32
Gambar 2.28 <i>Pinout</i> IC ADS1115	33
Gambar 2.29 Konfigurasi <i>Pinout</i> PCF8574	35
Gambar 2.30 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 16X2 Karakter	36
Gambar 2.31 Ilustrasi <i>Keypad</i> Yang Ditekan Pada Nomor 5	37
 Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Sistem	39
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem	40
Gambar 3.3 Diagram Blok Kontrol Otomatisasi Sistem	41
Gambar 3.4 Instalasi Sensor TDS Pada Sistem	42
Gambar 3.5 Diagram Alir Sistem Kontrol Otomatisasi Filter Air Tanah	43
Gambar 3.6 Diagram Blok Sensor TDS	44
Gambar 3.7 Rancangan Rangkaian <i>Analog</i> Sensor TDS	46
Gambar 3.8 Rangkaian Osilator <i>Wein Bridge</i>	48

Gambar 3.9 Penguat <i>Non-inverting</i>	50
Gambar 3.10 Rangkaian Penyearah Presisi Jembatan	51
Gambar 3.11 Rangkaian <i>Passif Low Pass RC Filter</i>	52
Gambar 3.12 Rangkaian <i>Digital</i> Sensor TDS	53
Gambar 3.13 Bentuk Fisik Mikrokontroler ESP-12E.....	56
Gambar 3.14 Sistem Minimum ESP-12E	56
Gambar 3.15 Rangkaian ISO1540 dan ADS1115.....	58
Gambar 3.16 Rangkaian Transceiver Modbus RS485	59
Gambar 3.17 Rangkaian Regulator DC Sensor TDS	60
Gambar 3.18 Rangkaian LCD dan modul LCM1602 IIC	63
Gambar 3.19 Tampilan <i>keypad</i> 4x4 dan modul LCM1602 IIC	64
Gambar 3.20 Skematik Rangkaian <i>Keypad</i> 4x4 Dan Modul LCM1602 IIC.....	65
Gambar 3.21 Antar Muka Autodesk Eagle V.9.5.2	66
Gambar 3.22 Desain Skematik Sensor TDS	67
Gambar 3.23 Merubah Skematik Ke Board	67
Gambar 3.24 Desain Board Sensor TDS	68
Gambar 3.25 GerberView PCB (a) Tampak Atas (b) Tampak bawah	68
Gambar 3.26 Proses Pemesanan PCB	69
Gambar 3.27 Pengisian Parameter Pemesanan PCB	69
Gambar 3.28 Nomer Pemesanan PCB	70
Gambar 3.29 Hasil Cetak PCB (a) Tampak Atas (b) Tampak Bawah	70
Gambar 3.30 Penggunaan <i>Flux</i> Pada PCB	71
Gambar 3.31 Peyolderan Komponen SMD	71
Gambar 3.32 Komponen Sensor TDS Yang Terpasang Pada PCB.....	71
Gambar 3.33 Antar Muka Autodesk Inventor2018	72
Gambar 3.34 Desain Bok Sensor TDS	73
Gambar 3.36 Desain Bok Tampak Bawah	73
Gambar 3.37 Electoda Probe TDS Vention	74
Gambar 3.38 Model 3 Dimensi elektroda Probe TDS	74
Gambar 3.39 Desain Rumah Probe TDS (a)Tampak Samping (b)Tampak Atas	75
Gambar 3.40 Hasil Cetak Rumah Probe TDS	75
Gambar 3.41 Lubang Resib Probe TDS (a) Tampak dalam (b) Pengisian Cairan Resin	76
Gambar 3.42 Rumah Probe (a) DesainTampak Dalam (b) Desain Tampak luar (c) Pemasangan pada Tee Drat	76
Gambar 3.43 Rancangan Model Filter Air	77
Gambar 3.44 Kerangka Filter Air (a) Tampak Depan (b) Tampak Atas	78
Gambar 3.45 Implementasi Model Filter Air	78
Gambar 3.46 Diagram Alir Program Utama Sensor TDS	79
Gambar 3.47 Diagram Alir Sub Program Baca Sensor TDS	80
Gambar 3.48 Diagram alir modbus RS485	81

Gambar 4.1 Rangkaian Pengujian Regulator DC	82
Gambar 4.2 TP (<i>Test Point</i>) Output Regulator DC.....	83
Gambar 4.3 Bentuk Fisik (a) Multimeter Fluke 101 (b) Regulator DC (c) Adaptor DC 12V.....	83
Gambar 4.4 Pengujian Regulator DC Output 5V.....	84
Gambar 4.5 Pengujian Regulator DC Output 3,3V	85
Gambar 4.6 Pengujian Regulator DC Output 5Viso.....	85
Gambar 4.7 Pengujian Regulator DC Output -5Viso	86
Gambar 4.8 Diagram Blok Pengujian Minimum Sistem ESP-12E	88
Gambar 4.9 Pengujian Minimum Sistem ESP-12E.....	88
Gambar 4.10 Rangkaian <i>Uploader</i> Program ESP12-E Berupa Modul.....	89
Gambar 4.11 Rangkaian <i>Uploader</i> Program ESP12-E Pada Skematik	89
Gambar 4.12 Upload Program Kedalam ESP-12E	90
Gambar 4.13 Output ESP-12E Pada Terminal Serial RealTerm	91
Gambar 4.14 Rangkaian Pengujian LCD.....	91
Gambar 4.15 Menampilkan teks pada pengujian LCD	92
Gambar 4.16 Pengujian Sistem Entry.....	96
Gambar 4.17 Rangkaian Pengujian ADC ADS1115	97
Gambar 4.18 Modul Regulator Variable HW-613 (a)Tampak Depan (b)Tampak Belakang	98
Gambar 4.19 Pengujian Konversi ADC ADS1115 Ke Tegangan	99
Gambar 4.20 Proses Pengujian ADC eksternal ADS1115	100
Gambar 4.21 Pembacaan Tegangan ADC ADS1115 Pada Terminal Serial	100
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Pengukuran Multimeter Dengan ADS1115 ..	102
Gambar 4.23 Rangkaian Pengujian Modbus RS485	102
Gambar 4.24 Konverter USB to RS485	103
Gambar 4.25 Software Generic Modbus/Jbus Tester V.4.7	103
Gambar 4.26 Proses Pengujian Modbus RS485 Sensor TDS	104
Gambar 4.27 Data hasil pengujian Modbus RS485 Sensor TDS	105
Gambar 4.28 TP (<i>Test Point</i>) Output Op-amp Rangkaian Analog TDS.....	106
Gambar 4.29 Proses pengujian Rangkaian Analog Sensor TDS.....	106
Gambar 4.30 Pengukuran <i>Output</i> IC1A Osilator Wein Bridge	107
Gambar 4.31 Pengukuran <i>Output</i> Attenuator.....	108
Gambar 4.32 Pengukuran <i>Output</i> IC1B Penguat <i>Non-inverting</i>	108
Gambar 4.33 Pengukuran Output IC1C Rangkaian Buffer Penyearah AC ke DC.....	109
Gambar 4.34 Pengukuran Output IC1D rangkaian diffrensial penyearah presisi AC ke DC	109
Gambar 4.35 Pengukuran <i>Output Low Pass Filter</i> (LPF).....	110
Gambar 4.36 Sampel Larutan Yang Digunakan Untuk Pengujian	110
Gambar 4.37 Proses Pengujian Sensor TDS.....	111
Gambar 4.38 Grafik Karakteristik Sensor TDS.....	112

Gambar 4.39 TDS Meter EZ-9908ir	113
Gambar 4.40 TDS Meter TDS-3	113
Gambar 4.41 Proses Pengujian Sensor TDS Dibandingkan Dengan EZ-9908....	114
Gambar 4.42 Proses Pengujian Sensor TDS Dibandingkan Dengan TDS-3	115
Gambar 4.43 Grafik Perbandingan Sensor TDS Dengan Alat Acuan	118
Gambar 4.44 Blok Diagram Rangkaian Pengujian Respon Sistem Otomatisasi Filter Air Tanah	119
Gambar 4.45 Tampilan Menu Utama Sistem Otomatisasi Filter Air Tanah.....	120
Gambar 4.46 Proses Pengujian Respon Sistem Otomatisasi Filter Air	120
Gambar 4.47 Proses Pembuatan Larutan Uji	121
Gambar 4.48 Grafik Respon Pengendali Otomatisasi Filter Air Tanah	122



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategori Rasa Air Berdasarkan TDS.....	8
Tabel 2.2. Deskripsi <i>Pin</i> MAX485	20
Tabel 2.3. Fungsi <i>Pin</i> IC MP1584EN.....	26
Tabel 2.4. Fungsi <i>Pin</i> Pada ESP-12E	30
Tabel 2.5. Fungsi <i>Pin</i> IC ISO1540D.....	32
Tabel 2.6. Pengalamatan I2C ADS1115.....	34
Tabel 2.7. Referensi Alamat PCF8574	36
Tabel 3.1. Fungsi Blok Diagram Sensor TDS	45
Tabel 3.2. Daftar Komponen Analog Sensor TDS	46
Tabel 3.3. Daftar Komponen Rangkaian Digital Sensor TDS	53
Tabel 3.4. <i>Pin IO</i> ESP-12E Yang Digunakan	57
Tabel 3.5. Resolusi ADC Berdasarkan Pengaturan PGA.....	58
Tabel 3.6. Alamat Register Modbus Yang Digunakan	59
Tabel 3.7. Daftar Komponen Regulator DC	60
Tabel 3.8. <i>Pin</i> LCD Ke Pin ESP12E	64
Tabel 3.9. Konfigurasi <i>Kepad</i> 4x4 Dngan Modul LCM1602 IIC	65
Tabel 4.1. Data Pengujian Rangkaian Regulator DC	86
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sistem <i>Entry</i>	96
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Pembacaan Tegangan ADS1115	101
Tabel 4.4. Pengisian Parameter Register Modbus RS485	105
Tabel 4.5. Tegangan Sensor TDS Terhadap Variasi Larutan Air	111
Tabel 4.6. Hasil Pengujian sensor TDS Dibandingkan Dengan EZ-9908	114
Tabel 4.7. Hasil Pengujian sensor TDS Dibandingkan Dengan TDS-3.....	116
Tabel 4.8. Data Pengujian Pengendali Otomatisasi Filter Air Tanah	121

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, F. dan Prawioredjo, K. (2016) "ALAT UKUR KUALITAS AIR MINUM DENGAN PARAMETER PH, SUHU, TINGKAT KEKERUHAN, DAN JUMLAH PADATAN TERLARUT," 14, hal. 49–62.
- Beningo, J. (tanpa tanggal) *Protect your tools when the hardware bites back*. Tersedia pada: <https://www.embedded.com/protect-your-tools-when-the-hardware-bites-back/> (Diakses: 8 Juni 2020).
- Depkes, R. (2010) "Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010." Jakarta: Depkes RI.
- Devi, L. P. W. K., Putra, K. G. D. dan Putra, A. A. B. (2013) "Efektifitas Pengolahan Air Effluent Menjadi Air Reklamasi Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar Ditinjau Dari Kandungan Kekeruhan, Total Zat Terlarut (Tds), Dan Total Zat Tersuspensi (Tss)," *Jurnal Kimia*, 7(1), hal. 64–74.
- Dioansori (2018) *Bisakimia universitas Apa Itu Analisis Gravimetri - Bisakimia*. Tersedia pada: <https://bisakimia.com/2018/10/06/apa-itu-analisis-gravimetri/> (Diakses: 7 Juni 2020).
- Faudin, A. (tanpa tanggal a) *Cara mengakses Keypad menggunakan Arduino Uno*. Tersedia pada: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-keypad-menggunakan-arduino-uno/> (Diakses: 8 Juni 2020).
- Faudin, A. (tanpa tanggal b) *Penjelasan tentang sistem DC Buck Converter - Nyebarilmu*. Tersedia pada: <https://www.nyebarilmu.com/penjelasan-tentang-sistem-dc-buck-converter/> (Diakses: 8 Juni 2020).
- Frans, S. (2007) "I2C Protokol," *Bina Nusantara University*, hal. 1–3.
- Hardianto, D. (2006) *Komunikasi Antar IC dengan Teknik I 2 C Bus Menggunakan PCF8574 pada Sistem Mikrokontroler Komunikasi Antar IC dengan Teknik I 2 C Bus Menggunakan PCF8574 pada Sistem Mikrokontroler AT89C2051*.
- InsanSains (tanpa tanggal) *TDS Meter / Insan Sains Projects*. Tersedia pada: <https://insansainsprojects.wordpress.com/tds-meter/> (Diakses: 7 Juni 2020).
- Irwan, F., Afdal, A. dan Arlindia, I. (2016) "Kajian Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Konsentrasi Padatan Terlarut Pada Air Permukaan," V, hal. SNF2016-CIP-7-SNF2016-CIP-10. doi: 10.21009/0305020102.
- Khairunnas dan Gusman, M. (2018) "Analisis Pengaruh Parameter Konduktivitas , Resistivitas dan TDS Terhadap Salinitas Air Tanah Dangkal pada Kondisi Air Laut Pasang dan Air Laut Surut di Daerah Pesisir Pantai Kota Padang," *Jurnal Bina Tambang*, 3(4), hal. 1751–1760.