



**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI PENCEMARAN AIR
PADA KOLAM IKAN DARI BAHAN PADATAN TERLARUT
MENGUNAKAN SENSOR TDS**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : MUHAMMAD NAIM ALFISYAH
NPM : 1724210360
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

***DESIGN BUILD WATER POLLUTION DETECTION TOOL IN FISH POND
FROM DISSOLVED SOLIDS SUBSTANCE
USING TDS SENSOR***

Muhammad Naim Alfisyah *

Herdianto **

Hariyanto **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Has been designed water pollution detection device in fish pond equipped with alarm of Buzzer and LED which can give warning of water quality in fish pond that will be beneficial for the user. This tool is designed using AT Mega 8 to process the system on the appliance, the TDS (Total Dissolved Solid) Sensor to measure the amount of dissolved solids in water. The Reading tool will be display on the LCD. Furthermore, using ADC ADS1115 can improve the reading of the sensor.. Based on the test results and the analysis gained an average percentage of error on the tool by 2.6% and a success of 97,4%.

Keywords: AT Mega 8, Buzzer, LED, LCD, ADC ADS 1115.

*Student of Electrical Engineering: naim.alf.metro13@gmail.com

** Lecture of Electrical Engineering

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 SensorTDS	13
Gambar 2.2 LCD 16 x 2	15
Gambar 2.3 Bentuk msik Buzzer.....	18
Gambar 2.4 Simbol Kapasitor Tetap	20
Gambar 2.5 Electrolytic Capacitor (ELCO)	21
Gambar 2.6 Resistor Komposisi Karbon.....	22
Gambar 2.7 Resistor Film Karbon.....	23
Gambar 2.8 Resistor Film Metal	23
Gambar 2.9 Simbol Variable Resistor.....	24
Gambar 2.10 Trafo step down	26
Gambar 2.11 Rangkaian adaptor	27
Gambar 2.12 Half Wave Rectifier.....	27
Gambar 2.13 Full Wave Rectifier menggunakan 4 dioda.....	28
Gambar 2.14 Full Wave Rectifier menggunakan 2 dioda	28
Gambar 2.15 Rangkaian Elco Filter (Penyaring)	29
Gambar 2.16 Rangkaian Pengatur Tegangan	29
Gambar 2.17 Gambaran Umum Mikrontroler.....	30
Gambar 2.18 ATmega 8	34
Gambar 2.19 Blok Diagram ATmega 8.....	35
Gambar 2.20 ADS 1115	38
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem.....	44
Gambar 3.2 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8	47
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor TDS.....	48
Gambar 3.4 Rangkaian ADC ADS 1115.....	49
Gambar 3.5 Rangkaian LCD	49
Gambar 3.6 Rangkaian Buzzer.....	50
Gambar 3.7 Rangkaian Keseluruhan.....	51
Gambar 3.8 Flowchart.....	53

Gambar 4.1 Alat Keseluruhan	54
Gambar 4.2 Letak Sensor	55
Gambar 4.3 Letak Keseluruhan Komponen	56
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Sebelum kalibrasi	58
Gambar 4.5 Grafik Persamaan Linier	59
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Setelah Kalibrasi	60
Gambar 4.7 Tampilan LCD (Inisialisasi)	61
Gambar 4.8 Tampilan LCD Percobaan Pertama	61
Gambar 4.9 Tampilan LCD Percobaan Kedua	62
Gambar 4.10 Tampilan LCD Percobaan Ketiga	62
Gambar 4.11 Tampilan LCD Percobaan Keempat	63
Gambar 4.12 Tampilan LCD Percobaan Kelima	63
Gambar 4.13 Tampilan LCD Percobaan Keenam	64

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Pencemaran Air	6
2.2 Zat Padatan Terlarut	7
2.3 Pengukuran TDS	9
2.4 Sensor TDS.....	12
2.5 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	15
2.6 Cara kerja LCD	16
2.7 Buzzer.....	18
2.8 Kapasitor	19
2.9 Electrolytic Capacitor (ELCO).....	21
2.10 Resistor	21
2.11 Fixed Resistor (Resistor Tetap).....	22
2.12 Variable Resistor	24
2.13 Adaptor 12V	25

Fungsi adaptor.....	26
Bagian-bagian adaptor	26
2.14 Mikrokontroler	30
2.14.1 Mikrokontroller ATmega 8	32
2.14.2 Karakteristik ATmega8.....	34
2.14.3 Konfigurasi Pin AT mega 8	36
2.15 ADC ADS111S5	38
2.15.1 Spesifikasi dari module ADS1115	39
2.15.2 Resolusi pembacaan	40
Program Bahasa C	41

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum	44
3.2 Blok Diagram Sistem	44
3.3 Alat dan Bahan	45
3.4 Perancangan Perangkat Keras	47
3.4.1 Rangkaian Mikrokontroller.....	47
3.4.2 Rangkaian Sensor TDS	48
3.4.3 Rangkaian ADC ADS 1115	48
3.4.4 Rangkaian LCD.....	49
3.4.5 Rangkaian Buzzer	50
3.5 Rangkaian Keseluruhan.....	51
3.6 Perinsip Kerja Alat	52
3.7 Flowchart.....	53

BAB 4 HASIL PENELITIAN

4.1 Alat Hasil Perancangan	54
4.1.1 Tampilan Keseluruhan Alat	54
4.1.2 Tampilan Letak Sensor	55
4.1.3 Tampilan Letak Keseluruhan Komponen	55

4.2	Pengujian Alat Keseluruhan	56
4.3	Pengujian Sensor TDS.....	57
4.3.1	Pengkalibrasian Alat	58
4.3.2	Pengujian Sensor Setelah Kalibrasi	59
4.4	Pengujian Pada LCD (Liquid Crystal Display).....	60
4.4.1	Tampilan LCD (Inisialisasi).....	61
4.4.2	Tampilan LCD (Percobaan 1)	61
4.4.3	Tampilan LCD (Percobaan2)	62
4.4.4	Tampilan LCD (Percobaan 3)	62
4.4.5	Tampilan LCD (Percobaan 4)	63
4.4.6	Tampilan LCD (Percobaan 5)	63
4.4.7	Tampilan LCD (Percobaan 6)	64
4.5	Analisis Hasil Pengujian	64

BAB 5 PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran	66

DAFTAR PUSTAKA	68
----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pin Sensor.....	14
Tabel 2.2 Karakteristik Sensor	15
Tabel 2.3 pin-pin LCD	16
Tabel 2.4 Penjelasan pin pada port B.....	36
Tabel 2.5 Penjelasan pin pada port C	37
Tabel 2.6 Penjelasan pin pada port D.....	38
Tabel 2.7 pin ADDR	41
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	45
Tabel 3.2 Perangkat Keras.....	46
Tabel 3.3 Perangkat Lunak.....	46
Tabel 4. 1 Data Percobaan.....	57
Tabel 4. 2 Data Pengujian Sebelum Kalibrasi.....	58
Tabel 4. 3 Data Pengujian Sensor Setelah Kalibrasi	60

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa , atas segala nikmat, karunia dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul Analisis dan Rancang Bangun Alat Pendeteksi Pencemaran Air Pada Kolam Ikan Dari Bahan Padatan Terlarut Menggunakan Sensor TDS.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. M. Isa Indrawan, S.E., M.M selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Hamdani, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Herdianto, S.Kom., M.T selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Bapak Hariyanto, S.T selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah menjadi inspirasi dan membantu penulis dalam pembuatan laporan.
7. Seluruh Pegawai di Departemen Teknik Elektro Universitas Pancabudi.
8. Orang tua tercinta, Fitriana yang telah memberikan segalanya hingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Nenek Rohani dan Kakek yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memotivasi dan mendoakan penulis supaya sehat selalu dalam menyelesaikan Skripsi
10. Seluruh Abang dan Adik Sepupu tercinta yang telah memberikan semangat hingga Skripsi dapat diselesaikan.

11. Seluruh Paman dan Ibu yang telah membantu dan memotivasi penulis hingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
12. Bapak Zulfikar, S.T selaku Kepala Unit Pelayanan Teknis Metrologi Legal Kabupaten Pelalawan yang memberikan dukungan serta kemudahan sehingga penulis dapat melaksanakan kegiatan kampus dengan semestinya tanpa menghilangkan tanggung jawab pekerjaan.
13. Terima kasih kepada Siti Zahrina Jasmine, Fathurrahman, Fahreza Lukman, Aswinta Purba, Jafer Beta Saputra, Saut Candra F. Sitohang, M. Yasir Pohan, Nuzul Febri Koto, dan Ici Taufik Pulungan yang telah membantu dan memotivasi penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
14. Terima kasih Teman-teman Sejawat Reguler 2 LC J/S yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
15. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama menjalani masa perkuliahan di Universitas Pembangunan Panca Budi .

Akhirnya , dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Skripsi ini sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Skripsi ini.

Medan, Agustus 2019

Muhammad Naim Alfisyah

1724210360

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengontrolan TDS air merupakan hal yang penting dilakukan. Banyaknya pencemaran lingkungan menyebabkan naiknya TDS air hingga melebihi batas normal. Pada metode konvensional, cara yang digunakan adalah dengan mengukur level TDS air secara berkala dengan menggunakan TDS meter. Metode ini tidak bisa diandalkan karena TDS air bisa berubah-ubah dengan cepat dan secara tidak beraturan sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar, sehingga bisa berakibat negatif bagi ikan. Sebagian besar ekosistem perairan yang melibatkan fauna ikan dapat mentolerir tingkat TDS hingga 1000 mg/l. (Effendi, H. 2003)

Peningkatan padatan terlarut dapat membunuh ikan secara langsung, meningkatkan penyakit dan menurunkan tingkat pertumbuhan ikan serta perubahan tingkah laku dan penurunan reproduksi ikan. Selain itu, kuantitas makanan alami ikan akan semakin berkurang. (Alabaster, JS dan R Lloyd. 1982.)

Ada beberapa faktor lain yang ikut berpengaruh dalam ukuran TDS antara lain frekuensi pemberian makan, sistem filter dan lain-lain. Pada akhirnya agar pertumbuhan ikan koi bisa maksimal maka nilai TDS pada air harus pada kondisi yang cukup rendah. (Baidowi Koi, 2013)

Pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengukuran TDS, dibuat sensor TDS dengan menggunakan *probe* kuningan dan *stainless steel* dengan *error*

maksimal sebesar 1,59% . Pada penelitian tersebut hanya mengukur satu parameter kualitas air.(Martani dkk,2014).

Pada penelitian lainnya dimana dalam penelitian ini dirancang suatu perangkat system akuisi data TDS (*Total Dissolved Solid*) air minum yang dihubungkan dengan sensor konduktivitas dan sensor LM35 dan dapat ditarik kesimpulan bahwa besarnya sensitivitas sensor konduktivitas adalah 0,924mV/ppm, artinya setiap kenaikan nilai TDS 1 ppm sampel maka tegangan keluaran sensor akan naik sebesar 0,924mV. Persentase kesalahan dari sistem pengukuran TDS air berkisar antara 0,11% sampai 7,80%. Ketelitian pengukuran dibandingkan dengan TDS EZDOE7200 memiliki perbedaan nilai TDS maksimal kurang dari 3ppm. (Ronaldi Zamora dkk,2015)

Berdasarkan Permasalahan diatas penulis bermaksud melakukan penelitian Skripsi tentang Perancangan pengukur parameter kualitas air pada kolam ikan sebagai tolak ukur untuk kelayakan budidaya ikan serta memberikan alarm sebagai peringatan bagi peternak ikan dengan judul “ Rancang Bangun Alat Pendeteksi Pencemaran Air Pada Kolam Ikan dari Bahan Padatan Terlarut Menggunakan Sensor TDS “.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana merancang alat pendeteksi zat padatan terlarut pada kolam ikan.
- b) Bagaimana pengolahan data sensor oleh mikrokontroler mengirim data ke display.
- c) Bagaimana tingkat akurasi dan presisi dari alat pendeteksi

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini yang menjadi batasan masalah adalah :

- a) Sensor yang digunakan peneliti adalah sensor TDS sebagai pengukur zat padatan terlarut pada air kolam
- b) Tampilan yang digunakan ialah LCD ukuran 16 x 2
- c) Dilakukan simulasi dengan menggunakan miniature kolam ikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini adalah:

- a) Merancang alat pendeteksi pencemaran zat padatan terlarut pada kolam ikan.
- b) Mengetahui tingkat akurasi alat pendeteksi
- c) Mengetahui batasan TDS yang baik untuk pertumbuhan ikan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam pembuatan dan perancangan alat dalam penelitian ini adalah :

- a) Bagi Masyarakat

Diharapkan dapat digunakan sebagai indikasi kelayakan air pada kolam ikan, sehingga ekosistem yang berada pada kolam ikan tumbuh dengan sehat.

- b) Bagi Mahasiswa

Sebagai proyek penelitian dan sebagai salah satu syarat kelulusan dalam menempuh Sarjana.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini dibutuhkan berbagai data yang menunjang dalam

penulisan dan dalam pengumpulan data, penulis melakukan penelitian dengan cara sebagai berikut :

- a) Studi literatur dan referensi, yaitu mempelajari buku-buku literatur, artikel, dan sumber lain yang berkaitan dengan topik penelitian.
- b) Studi laboratorium, yaitu melakukan perancangan, pembuatan alat, penelusuran kesalahan dan melakukan percobaan alat melalui sistem dan peralatan yang sesuai dengan memanfaatkan fasilitas laboratorium secara optimal.
- c) Studi konsultasi, yaitu berupa tanya jawab dengan dosen pembimbing ataupun pihak - pihak yang mempunyai wawasan terkait dengan penelitian agar tidak menjadi kesalahan alam melakukan penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini secara garis besar disusun dalam lima bab sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan sebagai bahan acuan dalam pembuatan rancangan alat untuk penelitian, serta komponen yang perlu diketahui untuk mempermudah dalam memahami sistem kerja alat ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Merancang dan membuat sistem mulai dari blok diagram sistem hingga merancang dan membuat mekanik dari perangkat keras.

BAB 4 HASIL PENELITIAN

Bab ini membahas tentang hasil pengujian alat sebagai pembuktian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya yang telah diterapkan ke dalam alat ini.

BAB 5 PENUTUP

Pada Bab ini akan dipaparkan kesimpulan dari pembahasan secara keseluruhan dari tulisan pada bab-bab sebelumnya.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Pencemaran Air

Istilah pencemaran air atau polusi air dapat dipersepsikan berbeda oleh satu orang dengan orang lainnya mengingat banyak pustaka acuan yang merumuskan definisi istilah tersebut, baik dalam kamus atau buku teks ilmiah. Pengertian pencemaran air juga didefinisikan dalam Peraturan Pemerintah, sebagai turunan dari pengertian pencemaran lingkungan hidup yang didefinisikan dalam undang-undang. Dalam praktek operasionalnya, pencemaran lingkungan hidup tidak pernah ditunjukkan secara utuh, melainkan sebagai pencemaraan dari komponen-komponen lingkungan hidup, seperti pencemaran air, pencemaran air laut, pencemaran air tanah dan pencemaran udara. Dengan demikian, definisi pencemaran air mengacu pada definisi lingkungan hidup yang ditetapkan dalam UU tentang lingkungan hidup yaitu UU No.23/1997.

Dalam PP No. 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai : *“pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya”* (Pasal 1, angka 2). Definisi pencemaran air tersebut dapat diuraikan sesuai makna pokoknya menjadi 3 (tiga)

aspek, yaitu aspek kejadian, aspek penyebab atau pelaku dan aspek akibat (Setiawan, 2001).

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Masukan tersebut sering disebut dengan istilah *unsur pencemar*, yang pada prakteknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya buangan limbah cair. Aspek pelaku/penyebab dapat yang disebabkan oleh alam, atau oleh manusia.

2.2 Zat Padatan Terlarut

Total zat padat terlarut (Total Dissolved Solids, sering disingkat dengan TDS) adalah suatu ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu cairan sebagai: molekul, yang terionkan atau bentuk mikrogranula (sol koloida) yang terperangkap. Secara umum definisi operasionalnya adalah bahwa zat padat harus cukup kecil untuk lolos dari penyaringan melalui saringan berukuran 2 μm (mikrometer). Total zat padat terlarut secara normal hanya dibahas untuk sistem air tawar, karena salinitas meliputi sebagian dari ion-ion yang merupakan definisi dari TDS. Aplikasi dasar dari TDS ialah studi mengenai mutu air untuk aliran, sungai, dan danau, meskipun TDS secara umum tidak dianggap sebagai suatu zat cemar yang utama (misalnya, TDS tidak dianggap terkait dengan efek kesehatan) TDS digunakan sebagai satu petunjuk estetika karakteristik air minum dan sebagai suatu indikator agregat dari adanya pengukuran yang luas kontaminan-kontaminan zat kimia.

Sumber utama bagi TDS dalam penerimaan air adalah limpasan pertanian dan perumahan, pencucian kontaminasi tanah dan titik sumber polusi debit air dari instalasi pengolahan industri atau limbah.

Zat kimia yang paling umum adalah kalsium, fosfat, nitrat, nitrit, natrium, kalium dan klorida, yang ditemukan dalam limpasan zat hara, limpasan badai air umum air limpasan dari iklim bersalju di mana jalan diberi garam untuk menghilangkan es. Zat-zat kimia mungkin kation-kation, anion-anion, molekul-molekul atau aglomerasi di atas tingkat seribu molekul atau lebih kecil, asalkan mikro-granula terbentuk. Unsur-unsur TDS yang lebih eksis dan berbahaya adalah pestisida yang muncul dari limpasan air permukaan. Total zat padat terlarut tertentu yang terjadi secara alami muncul dari pelapukan dan pelarutan batuan dan tanah. Amerika Serikat telah menetapkan baku mutu air sekunder 500 mg/liter untuk menyediakan air minum palatabilitas.

Total zat padat terlarut dibedakan dari total zat padat yang melayang (total suspended solids, disingkat TSS), pada yang terakhir ini tidak dapat melewati saringan 2 mikrometer dan masih tanpa batas tersuspensi dalam larutan. Istilah “zat padat yang dapat mengendap” atau “settleable solids” mengacu pada benda dengan ukuran berapa pun itu tetap tidak akan tersuspensi atau terlarut dalam sebuah tangki penampungan tidak terpengaruh oleh gerak, dan tidak termasuk baik TDS maupun TSS. Zat padat yang dapat mengendap mungkin termasuk partikel yang lebih besar atau molekul-molekul tak larut.

Berdasarkan uraian tersebut diatas diduga bahwa konduktivitas, TDS dan TSS berhubungan dengan kadar mineral/unsur yang terdapat di dalam air tanah, termasuk besi pada air tanah.

2.3 Pengukuran TDS

Dua cara dasar pengukuran TDS ialah gravimetri dan konduktivitas. Cara gravimetri adalah cara paling akurat dan meliputi penguapan pelarut cairan dan pengukuran massa residu yang tertinggal. Cara ini adalah yang terbaik, meskipun memakan waktu. Bila garam-garam anorganik yang meliputi mayoritas besar TDS, cara gravimetri tetap sangat tepat. Konduktivitas listrik dari air terkait secara langsung dengan konsentrasi zat-zat padat terionisasi terlarut dalam air. Ion-ion dari zat-zat padat terlarut dalam air memberikan kemampuan bagi air untuk menimbulkan arus listrik, yang dapat diukur menggunakan conductivity meter konvensional atau TDS meter. Bila dikorelasikan dengan pengukuran TDS laboratorium, konduktivitas memberikan nilai bagi konsentrasi TDS, biasanya tingkat akurasi 10%. Simulasi Hidrologis Model pengangkutan hidrologis digunakan untuk menganalisa secara matematis pergerakan TDS di dalam sistem sungai. Model-model yang paling umum dialamatkan pada limpasan air permukaan, yang memungkinkan variasi dalam jenis penggunaan lahan, topografi, jenis tanah, tutupan vegetasi, curah hujan, dan praktek pengelolaan lahan (misalnya, tingkat aplikasi pupuk). Model limpasan air telah ditingkatkan ke tingkat akurasi yang baik dan memungkinkan evaluasi praktek pengelolaan lahan alternatif pada dampak terhadap kualitas air sungai. Model bak digunakan untuk mengevaluasi lebih komprehensif total zat padat terlarut dalam bak tangkapan dan secara dinamis di sepanjang berbagai jangkauan aliran. Model

DSSAM dikembangkan oleh Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) Amerika Serikat. Model transpor hidrologi secara aktual berdasarkan pada metrik muatan-zat cemar yang disebut "*Total Maximum Daily Load*" (TMDL), yang tertuju pada TDS dan zat-cemar kimia khas. Suksesnya model ini berkontribusi terhadap komitmen Dewan yang diperluas hingga penggunaan protokol yang menggaris-bawahi TMDL dalam kebijakan nasional untuk pengelolaan banyak sistem sungai di Amerika Serikat. Implikasi Praktis Tingkat TDS tinggi umumnya menunjukkan air sadah, yang dapat menyebabkan timbulnya kerak di dalam pipa, katup, dan saringan, mengurangi kinerja dan menambah biaya perawatan sistem. Efek ini dapat terlihat dalam akuarium, spa, kolam renang, dan sistem pengolahan air "reverse osmosis". Secara khas, dalam aplikasi tersebut, total zat padat terlarut seringkali diuji, dan membran filtrasi harus diperiksa agar dapat mencegah efek-efek yang tidak menguntungkan.

Dalam kasus hidroponik dan akuakultur, TDS sering dipantau untuk menciptakan lingkungan kualitas air yang menguntungkan bagi produktivitas organisme. Untuk tiram air tawar, trouts, dan seafood lainnya yang bernilai tinggi, produktivitas tertinggi dan keuntungan ekonomi dicapai dengan menirukan TDS dan tingkat pH dari setiap spesies dengan lingkungan aslinya. Untuk penggunaan hidroponik, total zat padat terlarut dianggap merupakan salah satu petunjuk terbaik dari ketersediaan zat hara bagi tanaman air yang di-kembangkan. Karena ambang batas dari kriteria estetika yang dapat diterima untuk air minum manusia ialah 500 mg/L, tidak ada kekhawatiran umum atas bau, rasa, dan warna pada tingkat jauh lebih rendah daripada yang diperlukan untuk bahaya. Sejumlah penelitian telah dilakukan dan menunjukkan beragam reaksi spesies mulai dari tidak

toleran sampai toksisitas langsung karena TDS tinggi. Sejumlah hasil harus terus-menerus diinterpretasikan, sebagai hasil toksisitas yang benar akan berhubungan dengan konstituen kimia yang spesifik. Namun demikian, beberapa informasi numerik adalah panduan yang berguna untuk risiko alami dalam mengungkap organisme air atau hewan darat ke tingkat TDS tinggi. Kebanyakan ekosistem perairan yang melibatkan fauna ikan campuran dapat mentolerir tingkat TDS 1000 mg/l.

Fathead minnow (*Pimephales promelas*), misalnya, melepaskan konsentrasi LD50 dengan 5600 ppm berdasarkan pada pajanan 96 jam. LD50 adalah konsentrasi yang diperlukan untuk menyebabkan efek mematikan terhadap 50% populasi yang terpajankan. *Daphnia magna*, satu contoh yang baik dari satu anggota utama rantai makanan, adalah sejenis crustacea plankton, kira – kira 0,5 mm panjangnya, memiliki LD50 sekitar 10.000 ppm TDS selama 96 jam pajanan.

Ikan-ikan yang baru memijah dan ikan belum dewasa tampaknya lebih sensitif terhadap tingkat DTS tinggi. Sebagai contoh, ditemukan bahwa konsentrasi 350 mg/L TDS mengurangi pemijahan Striped bass (*Morone saxatilis*) di wilayah San Francisco Bay-Delta, dan bahwa konsentrasi di bawah 200 mg/L menunjukkan kondisi pemijahan lebih sehat. Di Sungai Truckee, EPA menemukan bahwa ikan remaja Lahontan cutthroat tunduk pada kematian yang lebih tinggi bila terkena stres polusi termal dikombinasikan dengan tinggi konsentrasi total zat padat terlarut. Untuk hewan-hewan terestrial, unggas biasanya memiliki batas atas yang aman dari paparan TDS sekitar 2.900 mg/L, sedangkan untuk sapi perah diukur memiliki batas atas yang aman dari sekitar 7.100 mg/l. Penelitian telah menunjukkan bahwa paparan TDS diperparah dengan toksisitas ketika penyebab stres lain ada, seperti pH abnormal,

kekeruhan tinggi, atau oksigen terlarut berkurang dengan stressor yang terakhir hanya bertindak dalam kasus Animalia. (Wawasan Ilmu Kimia, 2014)

Klasifikasi Air

Air dapat diklasifikasi berdasarkan jumlah TDS per liter:

- Air tawar 5000 mg/L TDS

2.4 Sensor TDS

Setiap air selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misal: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan dan lain-lain) maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme dan lain-lain. Salah satu cara untuk mengukurnya adalah menggunakan alat yang disebut sebagai TDS meter. Alat ini bisa mengukur berapa jumlah padatan yang terlarut didalamnya dalam satuan ppm (mg/l) yang ditunjukkan berupa angka digital di *display*-nya. Pembagian kategori air menurut total zat padat yang terkandung di dalamnya (TDS) adalah:

- >100 ppm : air minum bermineral
- 0 – 100 ppm : air minum
- > 10 ppm : air murni
- 0 ppm : air organik

Sensor TDS yang digunakan adalah Sensor Konduktivitas pabrikan Depoinovasi Electronics. Sensor digunakan untuk mendeteksi TDS di dalam air. Sensor ini menggunakan metode *Electrical Conductivity*, dimana dua buah probe (elektroda) yang dihubungkan untuk mendapatkan nilai konduktansi larutan yang akan diukur.

Probe tersebut diberi beda potensial listrik (berbentuk sinusoida) maka akan mengalir arus listrik. Konduktansi suatu larutan akan sebanding dengan ion- ion dalam larutan tersebut. Kemudian rangkaian pemroses sinyal yang memberikan sumber tegangan AC konstan pada probe akan mengkonversi nilai konduktansi menjadi tegangan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa TDS meter adalah suatu alat teknologi yang digunakan untuk mengetahui jumlah zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik, misal : garam dan lain lain) yang terdapat pada sebuah larutan.



Gambar 2.1 SensorTDS

Sumber: epoinovasi, 2019

Deskripsi dari sensorTDS:

1. *Working voltage: DC 5V*
2. *Menggunakan elektroda stainless steel*
3. *Output: Analog 0 hingga 5V*
4. *Sensor beradadi dalam pipa PVC 1/2*
5. *Dimensi: panjang pipa 18 cm x 1/2*
6. *Support Arduino dan semua jenis mikrokontroler baik AVR, ARM, PIC dan seterusnya*

Tipe Aplikasi :

- a. Sensor konduktivitas (conductivity sensor)
- b. Sensor TDS (total dissolve solid)
- c. Sensor kadar garam (salinity sensor)

Spesifikasi :

- a. Bekerja pada tegangan DC
- b. Support arduino dan mikrokontroller lainnya
- c. Koefisien linearitas data konduktivitas
- d. Koefisien linearitas data TDS
- e. Memiliki sensitivitas pada bahan yang bersifat konduktif
- f. Kedalaman cairan
- g. Rumus persamaan umum konversi data konduktivitas $y = 0.2142x + 494.93$,
dimana : x = nilai ADC, dan y =konduktivitas
- h. Rumus persamaan umum konversi data TDS $y = 0.3417x + 281.08$, dimana : x =
nilai ADC, dan y =TDS

DESKRIPSI SENSOR KONDUKTIVITAS / TDS / KADAR GARAM

Tabel 2.1 Pin Sensor

Pin	Deskripsi
5V	5V arduino
Gnd	GND arduino
Output	Output ke pin A0 arduino

Sumber: epoinovasi,2019

Sensor Konduktivitas / TDS / Kadar Garam memiliki desain yang kompak.

Probe sensornya berbahan stik stainless yang berfungsi sebagai penerima data dari bahan yang diuji. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroller lainnya, tanpa harus memakai modul penguat tambahan.

KARAKTERISTIK SENSOR KONDUKTIVITAS / TDS / KADAR GARAM

Tabel 2.2 Karakteristik Sensor

Parameter	Simbol	Min	Max	Units
Tegangan masukan	Vcc		5.0	V
Tegangan operasional	Vcc	3.0	4.7	V
Tegangan keluaran	ADC	0	1023	ADC
Respon waktu	t	0.1	0.3	s
Sensitivitas	Vcc	0.1	0.5	V

Sumber: epoinovasi, 2019

2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Salah satu bentuk dari *monitoring* yaitu menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD). LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter. LCD seperti itu biasa disebut LCD 16x2.



Gambar 2.2 LCD 16 x 2

Sumber: Dara, 2016

LCD memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing seperti yang terlihat pada tabel 2.3 dibawah.

Tabel 2.3 pin-pin LCD

No	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	<i>Power</i>	Catu daya, ground
2	VDD	<i>Power</i>	Catu daya positif
3	V0	<i>Power</i>	Pengatur kontras, menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin vss melalui resistor 5k Ω . namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k Ω
4	RS	<i>Input</i>	Register Select RS = HIGH : untuk mengirim data RS = LOW : untuk mengirim instruksi
5	R/W	<i>Input</i>	Read/Write control bus R/W = HIGH : mode untuk membaca data di LCD

Sumber: Dara, 2016

2.6 Cara kerja LCD

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah "0". Bus data terdiri dari 4bit atau 8 bit. Jika jalur data 4 bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table deskripsi, interface LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah parallel bus, dalam hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat

dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD (*Liquid Crystal Display*). Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8 bit dikirim ke LCD (*Liquid Crystal Display*) secara 4 bit atau 8 bit pada satu waktu

Jika mode 4 bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8 bit (pertama dikirim 4 bit MSB lalu 4 bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur control EN digunakan untuk memberitahu LCD (*Liquid Crystal Display*) bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD (*Liquid Crystal Display*). Untuk mengirim data ke LCD (*Liquid Crystal Display*) program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur control lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus. Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat, dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dan lain-lain). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur control R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD (*Liquid Crystal Display*). Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query data dari LCD (*Liquid Crystal Display*).

Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status, lainnya merupakan instruksi penulisan, Jadi hamper setiap aplikasi yang menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*), R/W selalu di set ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8

jalur. Mengirimkan data secara parallel baik 4 bit atau 8 bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD (*Liquid Crystal Display*), menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting. Mode 8 bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk control, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7 bit (3 pin untuk control, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD (*Liquid Crystal Display*). Jika bit ini diset ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD (*Liquid Crystal Display*) saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

2.7 Buzzer



Gambar 2.3 Bentuk fisik Buzzer

Sumber: r-dy-techno, 2019

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loudspeaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke

dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat.

2.8 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki elektroda metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif karena terpisah oleh bahan elektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduktif pada ujung - ujung kakinya. Di alam bebas fenomena kapasitor terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif diawan. Kondensator di identikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung. Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju yang sering disebut kapasitor (*capacitor*).



Gambar 2.4 Simbol Kapasitor Tetap
Sumber: rangkaianelektronika.info,2019

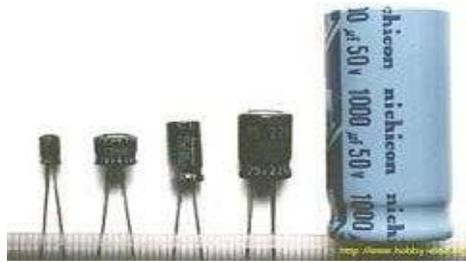
Namun kebiasaan dan kondisi serta artikulasibahasa setiap negara tergantung pada masyarakat yang lebih sering menyebutkannya. Kini kebiasaan orang tersebut hanya menyebutkan salah satu nama yang paling dominan digunakan atau lebih sering didengar. Pada masa kini, kondensator sering disebut kapasitor (*capacitor*) ataupun sebaliknya yang pada ilmu elektronika di singkat dengan huruf (C). Satuan dalam kondensator disebut Farad.

Adapun cara memperluas kapasitor atau kondensator dengan jalan:

1. Menyusunnya berlapis-lapis.
2. Memperluas permukaanvariabel.
3. Memakai bahan dengan daya tembusbesar

Kapasitor merupakan komponen pasif elektronika yang sering dipakai didalam merancang suatu sistem yang berfungsi untuk mengeblok arus DC, Filter, dan penyimpan energi listrik. Di dalamnya 2 buah pelat elektroda yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh sebuah *insulator*. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai *insulator* dinamakan dielektrik. Ketika kapasitor diberikan tegangan DC maka energi listrik di simpan pada tiap elektrodanya. Selama kapasitor melakukan pengisian, arus mengalir. Aliran arus tersebut akan berhenti bila kapasitor telah penuh. Yang membedakan tiap - tiap kapasitor adalah di elektriknya. Berikut ini adalah jenis – jenis kapasitor yang dipergunakan dalam perancangan ini.

2.9 *Electrolytic Capacitor (ELCO)*



Gambar 2.5 Electrolytic Capacitor (ELCO)

Sumber: abang elektronika, 2019

Elektroda dari kapasitor ini terbuat dari aluminium yang menggunakan membrane oksidasi yang tipis. Karakteristik utama dari *Electrolytic Capacitor* adalah perbedaan polaritas pada kedua kakinya. Dari karakteristik tersebut kita harus berhati-hati di dalam pemasangannya pada rangkaian, jangan sampai terbalik. Bila polaritasnya terbalik maka akan menjadi rusak bahkan “*MELEDAK*”. Biasanya jenis kapasitor ini digunakan pada rangkaian *power supply*. Kapasitor ini tidak bisa digunakan pada rangkaian frekuensi tinggi. Biasanya tegangan kerja dari kapasitor dihitung dengan cara mengalikan tegangan catu daya.

2.10 Resistor

Resistor komponen pasif elektronika yang berfungsi untuk membatasi arus listrik yang mengalir. Berdasarkan kelasnya resistor dibagi menjadi 2 yaitu : Fixed Resistor dan Variable Resistor Dan umumnya terbuat dari carbon film atau metal film, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk dibuat dari material yang lain. Pada dasarnya semua bahan memiliki sifat resistif namun beberapa bahan tembaga perak emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut menghantar arus listrik dengan baik, sehingga dinamakan konduktor.

Kebalikan dari bahan yang konduktif, bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki resistansi yang lebih besar menahan aliran elektron dan disebut sebagai insulator.

2.11 Fixed Resistor (Resistor Tetap)

Resistor tetap merupakan jenis resistor yang nilainya sudah tertulis pada badan resistor dengan menggunakan kode warna ataupun angka. Resistor ini banyak digunakan sebagai penghambat arus listrik secara permanen. Untuk jenis resistor tetap, salah satu cirinya yang dapat kalian ingat adalah nilai dari resistansinya yang tidak dapat berubah karena dalam proses pembuatannya telah ditentukan nilai tetap dari resistor tersebut.

Jenis-jenis fixed resistor (resistor tetap) diantaranya:

1. Resistor Komposisi Karbon (Carbon Composition Resistor)



Gambar 2.6 Resistor Komposisi Karbon

Sumber: web studi,2019

Jenis Resistor komposisi karbon dibuat dari campuran karbon atau grafit dengan bahan isolasi yang berfungsi untuk membungkusnya. Jenis Resistor komposisi karbon merupakan resistor jenis rendah yang memiliki induktansi yang rendah sehingga sangat ideal dipergunakan dalam frekuensi tinggi tetapi umumnya resistor jenis ini cukup mengganggu karena menimbulkan noise dan kurang stabil ketika panas. Jenis Resistor komposisi karbon merupakan jenis resistor yang tergolong murah dipasaran dan umumnya dipergunakan dalam suatu rangkaian

listrik.

2. Resistor Film Karbon



Gambar 2.7 Resistor Film Karbon

Sumber: web studi, 2019

Jenis Resistor Jenis Carbon Film ini terdiri dari filem tipis karbon yang diendapkan atau dibungkus isolator yang dipotong berbentuk spiral. Nilai resistansinya tergantung pada proporsi antara karbon dan isolator. Pada prinsipnya semakin besar campuran bahan karbonnya yang terdapat pada resistor maka semakin kecil nilai resistansi yang didapatkan.

Nilai resistansi resistor film karbon yang umumnya terdapat di pasaran berkisar diantara 1Ω hingga $10M\Omega$ dengan nilai daya berkisar $1/6W$ sampai $5W$. Karena rendahnya kepekaan terhadap suhu, Carbon Film Resistor dapat bekerja dengan baik di suhu yang berkisar antara $-55^{\circ}C$ hingga $155^{\circ}C$.

3. Resistor Film Metal



Gambar 2.8 Resistor Film Metal

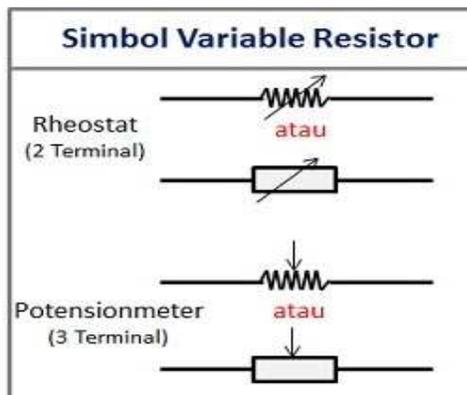
Sumber: web studi, 2019

Jenis Resistor jenis film metal memiliki kestabilan suhu yang lebih baik dibanding film karbon, tidak mudah noise serta memiliki frekuensi yang lebih baik atau diaplikasikan dalam frekuensi radio. Metal Film Resistor adalah jenis Resistor

yang dilapisi dengan Film logam yang tipis ke Subtrat Keramik dan dipotong berbentuk spiral. Nilai Resistansinya dipengaruhi oleh panjang, lebar dan ketebalan spiral logam. Resistor film oxide merupakan yang terbaik dalam mengalirkan arus gelombang dengan suhu yang lebih tinggi dibanding resistor film metal. Metal Film Resistor umumnya ditulis dengan awalan "MFR" contohnya MFR100k Ω dan "CF" untuk resistor film karbon. Metal film resistors tersedia dalam beberapa tipe kemasan seperti E24 ($\pm 5\%$ dan $\pm 2\%$ toleransi), E96 ($\pm 1\%$ toleransi) and E192 ($\pm 0.5\%$, $\pm 0.25\%$ & $\pm 0.1\%$ toleransi) dengan daya 0.05 (1/20th) Watt sampai 1/2 Watt.

2.12 Variable Resistor

Jenis Resistor variabel atau disebut resistor tidak tetap merupakan jenis resistor yang nilai resistansinya atau tahanannya dapat berubah dan diatur sesuai denganyang diinginkan. Pada dasarnya Variable Resistor terbagi menjadi Potensiometer, Rheostat dan Trimpot.



Gambar 2.9 Simbol Variable Resistor

Sumber: web studi, 2019

2.13 Adaptor 12V

Secara umum Adaptor adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) yang tinggi menjadi tegangan DC (arus searah) yang lebih rendah.

Seperti yang kita tahu bahwa arus listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dll, adalah arus listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang didistribusikan dalam bentuk arus bolak-balik atau AC. Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan hampir sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat atau rangkaian elektronika yang bisa merubah arus dari AC menjadi DC serta menyediakan tegangan dengan besar tertentu sesuai yang dibutuhkan. Rangkaian yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi DC tersebut disebut dengan istilah *DC Power supply* atau *adaptor*.

Rangkaian adaptor ini ada yang dipasang atau dirakit langsung pada peralatan elektornikanya dan ada juga yang dirakit secara terpisah. Untuk adaptor yang dirakit secara terpisah biasanya merupakan adaptor yang bersifat universal yang mempunyai tegangan output yang bisa diatur sesuai kebutuhan, misalnya 3 Volt, 4,5 Volt, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt dan seterusnya. Namun selain itu ada juga adaptor yang hanya menyediakan besar tegangan tertentu dan dipetuntukan untuk rangkaian elektronika tertentu misalnya adaptor laptop dan adaptor monitor.

Fungsi adaptor

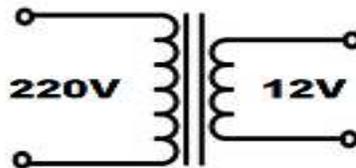
Seperti yang sudah dijelaskan pada uraian di atas bahwa adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC dengan besar tegangan tertentu sesuai yang dibutuhkan

Bagian-bagian adaptor

Pada sebuah adaptor terdapat beberapa bagian atau blok yaitu trafo (transformator), rectifier (penyearah) dan filter

1. Trafo (Transformator)

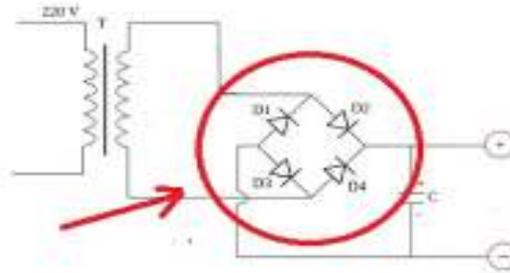
Adalah sebuah komponen yang berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan tegangan AC sesuai kebutuhan. Pada sebuah adaptor, trafo yang digunakan adalah trafo jenis step down atau trafo penurun tegangan.



Gambar 2.10 Trafo step down
Sumber : electronics-tutorials,2019

Trafo terdiri dari 2 bagian yaitu bagian primer dan bagian sekunder, pada masing-masing bagian terdapat lilitan kawat email yang jumlahnya berbeda. Untuk trafo step-down, jumlah lilitan primer akan lebih banyak dari jumlah sekunder. Lilitan Primer merupakan input dari pada *transformator* sedangkan output-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, output dari Transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.

2. Rectifier (Penyearah)

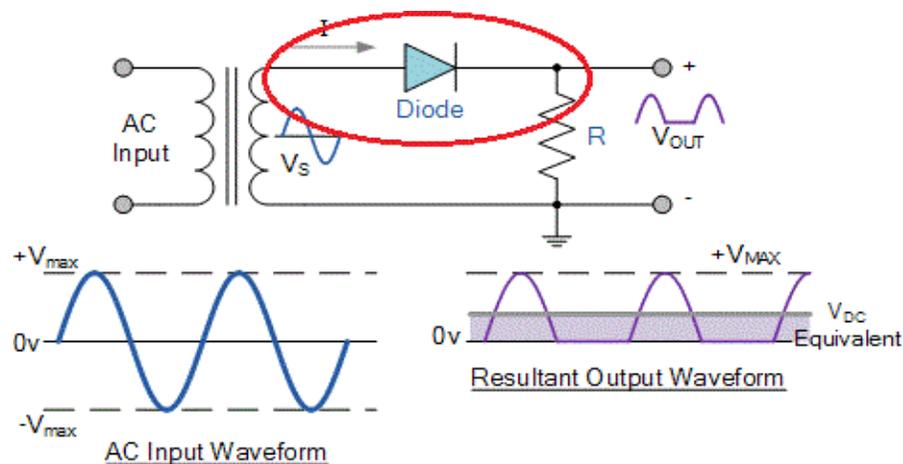


Gambar 2.11 Rangkaian adaptor

Sumber : *electronics-tutorials,2019*

Dalam rangkaian adaptor atau catu daya, tegangan yang sudah di turunkan oleh trafo, arusnya masih berupa arus bolak-balik atau AC. Karena arus yang dibutuhkan oleh rangkaian elektronika adalah arus DC, sehingga harus disearahkan terlebih dahulu. Bagian yang berfungsi untuk menyearahkan arus AC menjadi DC pada adaptor disebut dengan istilah rectifier (penyearah gelombang) Rangkaian Rectifier biasanya terdiri dari komponen *Dioda*. Pada rangkaian adaptor rangkaian rectifier ini terdiri dari 2 jenis yaitu:

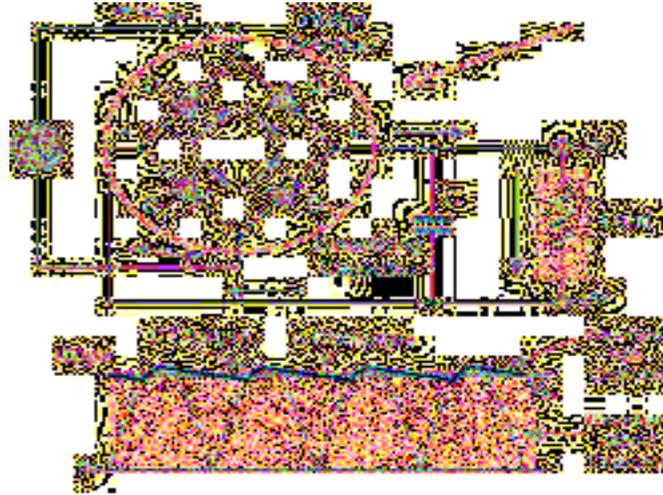
1. **Half Wave Rectifier** : menggunakan 1 dioda penyearah



Gambar 2.12 Half Wave Rectifier

Sumber : *electronics-tutorials,2019*

2. **Full Wave Rectifier** : menggunakan 2 atau 4 dioda penyearah



Gambar 2.13 Full Wave Rectifier menggunakan 4 dioda

Sumber : electronics-tutorials.ws,2019

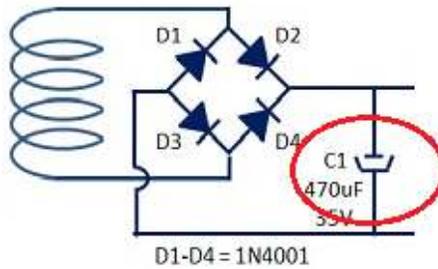


Gambar 2.14 Full Wave Rectifier menggunakan 2 dioda

Sumber : electronics-tutorials,2019

3. Filter (Penyaring)

Filter adalah bagian yang berfungsi untuk menyaring atau meratakan sinyal arus yang keluar dari bagian rectifier. Filter ini biasanya terdiri dari komponen kapasitor (kondensator) yang berjenis Elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*).



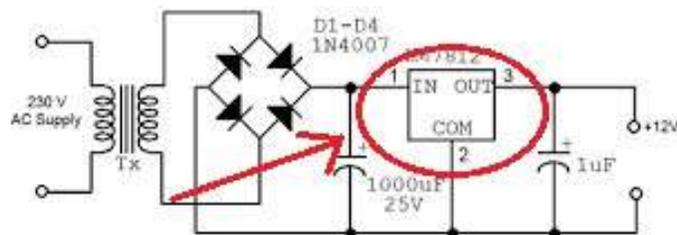
Gambar 2.15 Rangkaian Elco Filter (Penyaring)

Sumber :technodand,2019

Sebenarnya dengan adanya bagian trafo, rectifier dan filter syarat dari sebuah adaptor sudah terpenuhi, namun terkadang tegangan yang dihasilkan biasanya tidak stabil sehingga diperlukan bagian lain yaitu yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dan mendapatkan tegangan yang akurat. Bagian tersebut adalah bagian regulator atau pengatur tegangan.

Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)

Untuk menghasilkan tegangan dan Arus DC yang tetap dan stabil , diperlukan bagian *Voltage Regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan Output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal Output Filter. Voltage Regulator pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC .



Gambar 2.16 Rangkaian Pengatur Tegangan

Sumber :technodand,2019

Pada *DC Power Supply* yang canggih, biasanya *Voltage Regulator* juga dilengkapi dengan *Short Circuit Protection* (perlindungan atas hubung singkat), *Current Limiting* (Pembatas Arus) ataupun *Over Voltage Protection* (perlindungan atas kelebihan tegangan).

2.14 Mikrokontroler

Mikrokontroler sering disebut sebagai mikrokomputer atau embedded system. Mikrokontroler dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri atas input, program dan output. Mikrokontroler dapat diatur oleh sebuah program. Proses untuk memasukkan program ke dalam mikrokontroler disebut dengan download dan alat yang digunakan disebut dengan downloader. Seperti sistem komputer nilai tambah sistem mikrokontroler dapat dilipatgandakan melalui program. Mikrokontroler diproduksi dalam bentuk rangkaian terpadu (IC) seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.17 Gambaran Umum Mikrontroler

Sumber: immersa-lab,2019

Secara sederhana mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dilengkapi dengan periperal dan peralatan pendukung yang di dalam mikroprosesor tidak dilengkapi. Dalam sistem tertanam berbasis mikroprosesor, pengantara periferil dan peralatan pendukung dalam mikrokontroler direalisasikan dengan serpih rangkaian terpadutambahan di luar mikroprosesor itu. Mikrokontroler menerapkan arsitektur Harvard, dalamarsitektur ini penjemputan instruksi dapat

dilaksanakan secara bersamaan dengan pemindahan data. Tetapi dalam kebanyakan mesin dengan arsitektur Harvard juga memori tersebut dihubungkan ke bus bersama sehingga paralelismenya sangat berkurang. Secara umum, mikrokontroler mengandung tujuh

komponen : Prosesor (CPU), ROM, RAM, bandar (port) I/O, Rangkaian Interupsi, Timer, dan Bus yang dihubungkan.

- a) Prosesor : (CPU) melaksanakan penjemputan intruksi dari memori mendekodekan dan menjalankannya dan mengarahkan perpindahan data antar register atau antara register dan memori.
- b) ROM : digunakan untuk menyimpan data yang bersifat permanen. Dalam mikrokontroler program disimpan dalam ROM, atau EPROM atau Flash EPROM. Ada mikrokontroler yang dapat ditambah ROM eksternal di luar serpih mikrokontroler. Disamping ROM untuk program juga digunakan EEPROM untuk menyimpan data.
- c) RAM : digunakan untuk menyimpan data yang bersifat sementara. Dalam mikrokontroler, RAM yang tersedia sangat sedikit yang sebagiannya digunakan lagi sebagai register prosesor, dikatakan register dipetakan sebagai memori.
- d) Timer : adalah counter (pencacah) yang digunakan untuk membangkitkan pulsa atau deretan pulsa pada saat-saat tertentu atau dengan frekuensi tertentu. Pulsa ini digunakan untuk sebagai intrupsi internal untuk memulai atau mengakhiri kegiatan tertentu. Dalam kebanyakan mikrokontroler,

pencacah ini adalah pencacah naik, berbeda dengan pencacah turun yang diterapkan dalam sistem mikroprosesor.

- e) Bandar I/O : Terdiri atas Port Paralel dan Port Seri yang mempunyai kemampuan tristate. Pada sebagian mikrokontroler disediakan bandar masukan/keluaran analog. Fungsi bandar ini pada umumnya dipilih (dikonfigurasi) sebagai masukan/keluaran paralel/seri analog. Arah aliran data pada Port masukan/keluaran pada umumnya dipilih melalui register arah (Data Direction Register, disingkat DDR). Port ini juga dipetakan sebagai memori.
- f) Interupsi : interupsi dapat dibedakan atas interupsi perangkat lunak yang dibangkitkan oleh interupsi yang ditanamkan dalam program dan interupsi perangkat keras yang dibangkitkan oleh sinyal perangkat keras yang baik yang berasal dari sumber internal seperti timer atau sumber eksternal dari port seri atau paralel.
- g) Bus : adalah saluran yang melakukan (membawa) sinyal-sinyal perangkat keras. Sebagaimana dalam mikroprosesor, bus dibedakan atas bus data, alamat dan kontrol. Bus data melakukan data antara register dan memori atau I/O, bus ini bersifat dua arah

2.14.1 Mikrokontroller ATmega 8

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (“special purpose computers”) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Andrianto,heri.2013).

Pada saat ini penggunaan mikrokontroler dapat kita temui pada berbagai peralatan, misalnya peralatan yang terdapat di rumah, seperti telpon digital, microwave oven, televisi, mesin cuci, sistem keamanan rumah, PDA, dan lain-lain. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi dan lain-lain. Saat ini keluarga mikrokontroler yang ada di pasaran yaitu Intel 8048 dan 8051(MCS51), Motorola 68HC11, Microchip PIC, Hitachi H8, dan Atmel AVR. ATmega328 adalah micro controller keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 8-bit. Mikro kontroler ini memiliki kapasitas flash (program memory) sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (static RAM) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (nonvolatile memory) sebesar 1024 bytes. Kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 20 MHz. mikrokontroler ATmega8 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang “berkeluarga” sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, dll. Yang membedakan antara mikrokontroler yang saya sebutkan tadi antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATmega8 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler yang saya sebutkan diatas. Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATmega8 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, dll, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler.

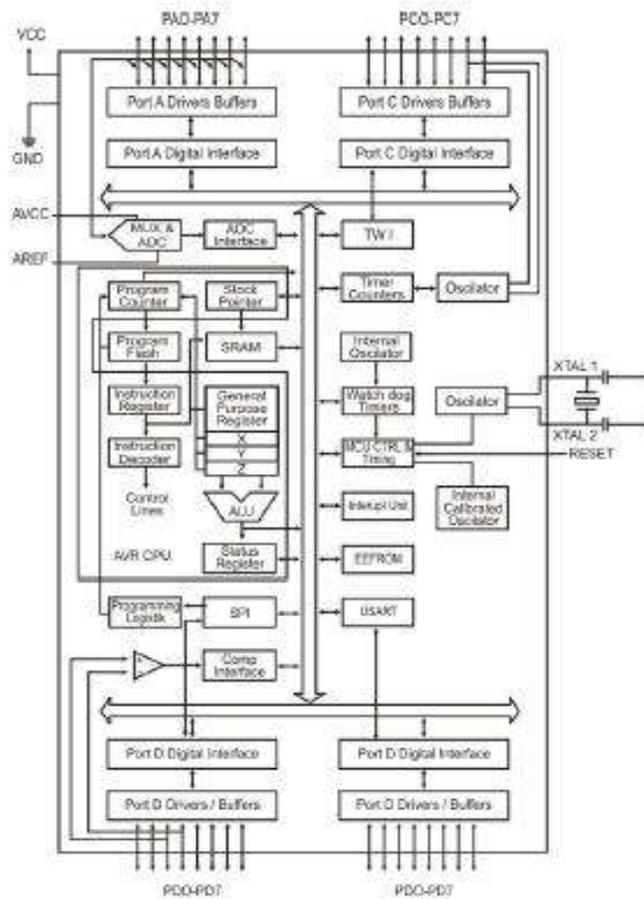


Gambar 2.18 ATmega 8

Sumber: dasar mikrokontoller microcontroller, 2019

2.14.2 Karakteristik ATmega8

ATMega8 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang “berkeluarga” sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATmega328, dll. Yang membedakan antara mikrokontroler yang saya sebutkan tadi antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya *GPIO (pin input/output)*, *peripheral (USART, timer, counter, dll)*. Dari segi ukuran fisik, ATMega8 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler yang saya sebutkan diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATMega8 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, dll, hanya saja jumlah *GPIO* lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler.



Gambar 2.19 Blok Diagram ATmega 8
Sumber: atmega328-microcontroller, 2019

Berikut ini adalah karakteristik dari Atmega 8:

- 1) Saluran I/O sebanyak 23 buah terbagi menjadi 3port.
- 2) ADC sebanyak 6 saluran dengan 4 saluran 10 bit dan 2 saluran 8bit.
- 3) Tiga buah timer counter, dua diantaranya memiliki fasilitas pembandingan.
- 4) CPU dengan 32 buah register
- 5) Watchdog timer dan oscillator internal.
- 6) SRAM sebesar 1Kbyte.
- 7) Memori flash sebesar 8K Bytes system Self-programable Flash

- 8) Unit interupsi internal dan eksternal.
- 9) Port antarmuka SPI.
- 10) EEPROM sebesar 512 byte.
- 11) Port USART (Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter) untuk komunikasi serial.

2.14.3 Konfigurasi Pin AT mega 8

ATmega8 memiliki 28 pin atau kaki, Masing-masing pinnya mempunyai fungsi dan kegunaannya tersendiri. Baik sebagai Port, Catu daya, dan fungsi lainnya. Berikut ini saya akan jelaskan Konfigurasi dari Pin Mikrokontroler ATmega8 beserta fungsinya :

1. VCC : Merupakan supply tegangan untuk digital
2. GND : Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding
3. Port B: Adalah 8 buah pin mulai dari pin B.0 sampai dengan pin B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input dan juga output. Port B merupakan sebuah 8-bit bit- directional I/O port dengan internal pull-up resistor.

Tabel 2.4 Penjelasan pin pada port B

Pin	Keterangan
PB.7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB.6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB.5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)
PB.4	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB.3	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>) OCC (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)

Pin	Keterangan
PB.2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input)INT2 (External Interrupt2 Input)
PB.1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB.0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)XCK (JSART External Clock Input/Output)

Sumber: atmega328-microcontroller, 2019

4. pin 22 sampai dengan pin 29 merupakan pin dari port C. Port C sendiri merupakan port input atau output. Setiap pin-nya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port C (DDRC) harus di-setting terlebih dahulu sebelum port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang disesuaikan sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, pin-pin port D juga memiliki fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabelII.6:

Tabel 2.5 Penjelasan pin pada port C

Pin	Keterangan
PC.7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator Pin 2</i>)
PC.6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator Pin 1</i>)
PC.1	SDA (<i>Two-Wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC.0	SCL (<i>Two-Wire Serial Bus Clock Line</i>)

Sumber: atmega328-microcontroller, 2019

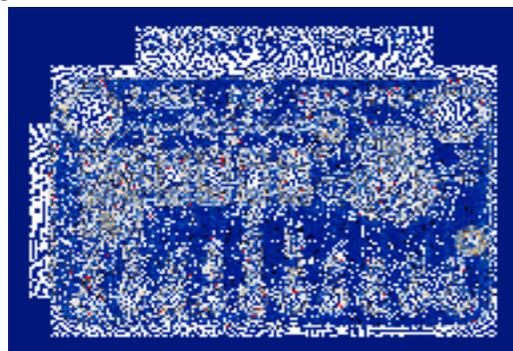
5. Port D terdiri dari 14 sampai dengan pin 20 merupakan pin dari port D. Merupakan 8 bit directional port I/O. Setiap pin-nya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung.

Tabel 2.6 Penjelasan pin pada port D

<i>Pin</i>	Keterangan
PD.0	RDX (<i>UART input line</i>)
PD.1	TDX (<i>UART output line</i>)
PD.2	INT0 (<i>external interrupt 0 input</i>)
PD.3	INT1 (<i>external interrupt 1 input</i>)
PD.4	OC1B (<i>Timer/Counter1 output compare B match output</i>)
PD.5	OC1A (<i>Timer/Counter1 output compare A match output</i>)
PD.6	ICP (<i>Timer/Counter1 input capture pin</i>)
PD.7	OC2 (<i>Timer/Counter2 output compare match output</i>)

Sumber: atmega328-microcontroller, 2019

2.15 ADC ADS1115S



Gambar 2.20 ADS 1115

Sumber :nyebarilmu,2019

Merupakan module yang difungsikan untuk pembacaan Analog Digital Converter (ADC) dengan komunikasi I2C yang beresolusi hingga 16-bit yang terdapat 4 channel. Secara fungsi mudah digunakan dengan pengukuran berbagai sinyal dengan range tegangan dari 2v hingga 5v, dan ini sangat bagus untuk pengukuran dengan resolusi 16-bit.

Module sangat diperlukan jika kebutuhan ADC melebihi dari total jumlah ADC baik itu module dari arduino, ESP8266, raspaberry, atau mikrokontroler jenis lainnya. Tapi ini bisa sangat diperlukan untuk module ESP8266 misalnya NodeMCU atau WEMOS D1 dikarenakan dalam module tersebut hanya terdapat 1 ADC saja. Sehingga dapat dimanfaatkan module ini untuk menambah kebutuhan akan fitur ADC, dan mudahnya pengaksesan menggunakan komunikasi i2c.

2.15.1 Spesifikasi dari module ADS1115

- Terdapat 4 Channel ADC (A0, A1, A2, A3)
- Memiliki resolusi ADC – 16 Bit
- Menggunakan komunikasi antarmuka I2C (SDA, SCL)
- Range Tegangan operasional pada 2.0 – 5.5 Vdc
- Range Tegangan masuk pada channel adc : 0 ~ VDD
- Continuous Mode: Only 150 uA
- Memiliki sampling rate dengan range antara 8 ~ 860 sps (sampling per second)
- Alamat I2C 7-bit pada 0x48 ~ 0x4B
- Single-Shot Mode: Auto Shut-Down

Dalam perbandingan langsung dengan ATmega328P, yaitu 1024 gradasi (10 bit) dibandingkan 65536 gradasi (16 bit). Tetapi dalam pengaplikasiannya lebih

banyak menggunakan variabel yang akan berperan, sehingga dapat mengukur nilai dengan ketelitian yang lebih bagus dibanding menggunakan 10 bit.

2.15.2 Resolusi pembacaan

Selain resolusi yang jauh lebih besar terdapat fitur yang sangat menarik yaitu PGA, atau “**Programmable Gain Amplifier**”. Pada dasarnya ini adalah rangkaian yang memungkinkan memperkuat sinyal pada input analog untuk mengambil pembacaan nilai dari rentang ADC, dengan semua kontrol ini dilakukan secara digital melalui register internal yang diakses oleh I2C.

Mengkonfigurasi PGA kita dapat bekerja dengan sinyal dari +/- 256mV hingga +/- 6.144V (jangkauan standar). Module ADC ini memiliki MUX internal yang memungkinkan untuk memilih antara 4 saluran tunggal atau 2 saluran diferensial. Untuk konfigurasinya sinyal secara langsung direferensikan ke GND dari rangkaian dan input analog itu sendiri hanya membutuhkan satu jalur sinyal. Dalam konfigurasi diferensial, ADC akan mengkonversi sinyal diferensial, yaitu beda potensial antara dua titik, serupa dengan apa yang terjadi dengan multimeter. Dalam konfigurasi ini diperlukan dua input yang akan dihubungkan ke tempat tujuan, selain GND yang juga harus umum untuk menghindari melebihi batas komponen.

Satu catatan penting, sinyal pada input tidak boleh melebihi tegangan “ $V_{cc} + 0.3V$ ” atau “ $GND - 0.3V$ ”. Meskipun komponen memiliki perlindungan internal, melebihi level ini akan membuat perangkat berisiko. Singkatnya, sinyalnya tidak bisa lebih besar dari catu daya dan juga tidak negatif mengacu pada bumi.

ADS1115 memiliki pin “ADDR” yang bertanggung jawab untuk mengkonfigurasi alamat perangkat pada bus I2C. Hal yang paling menarik adalah

bahwa hanya dengan satu pin kita mendapatkan 4 alamat berbeda. Secara total bisa didapatkan hingga 16 saluran tunggal atau 8 diferensial pada satu bus I2C.

Berikut tabel konfigurasi ADDR

Tabel 2.7 pin ADDR



Sumber : nyebarilmu, 2019

Program Bahasa C

Mikrokontroller dapat diprogram dengan bahasa C. Komunikasi menggunakan protokol dari bahasa C. Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (*Windows*) atau programmer DFU (*Mac OS X* dan *Linux*) untuk memuat *firmware* baru atau dapat menggunakan *header* ISP dengan programmer eksternal.

Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada antara bahasa tingkat rendah (bahasa yang berorientasi pada mesin) dan bahasa tingkat tinggi (bahasa yang berorientasi pada manusia). Seperti yang diketahui, bahasa tingkat tinggi mempunyai kompatibilitas antara platform. Karena itu, amat mudah untuk membuat program pada berbagai mesin. Berbeda halnya dengan menggunakan bahasa mesin, sebab setiap perintahnya sangat bergantung pada jenis mesin.

Pembuat bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie pada tahun 1972. C adalah bahasa pemrograman terstruktur, yang membagi program dalam

bentuk blok. Tujuannya untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program. Program yang ditulis dengan bahasa C mudah sekali dipindahkan dari satu jenis program ke bahasa program lain. Hal ini karena adanya standarisasi bahasa C yaitu berupa standar ANSI (American National Standar Institut) yang dijadikan acuan oleh para pembuat kompilernjenis mesin.Pembuat bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie pada tahun 1972. C adalah bahasa pemrograman terstruktur, yang membagi program dalam bentuk blok. Tujuannya untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program.

Program yang ditulis dengan bahasa C mudah sekali dipindahkan dari satu jenis program ke bahasa program lain. Hal ini karena adanya standarisasi bahasa C yaitu berupa standar ANSI (American National Standar Institut) yang dijadikan acuan oleh para pembuat kompilern.

Kelebihan Bahasa C:

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis computer.
2. Kode bahasa C sifatnya adalah portable dan fleksibel untuk semua jenis computer.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci. hanya terdapat 32 kata kunci.
4. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat
5. Dukungan pustaka yang banyak.
6. C adalah bahasa yang terstruktur
7. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah

Penempatan ini hanya menegaskan bahwa C bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah. melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diinterpretasikan oleh mesin dengan cepat. secepat bahasa mesin. inilah salah satu kelebihan C yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengesekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

Kekurangan Bahasa C:

1. Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.

Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan pointer.

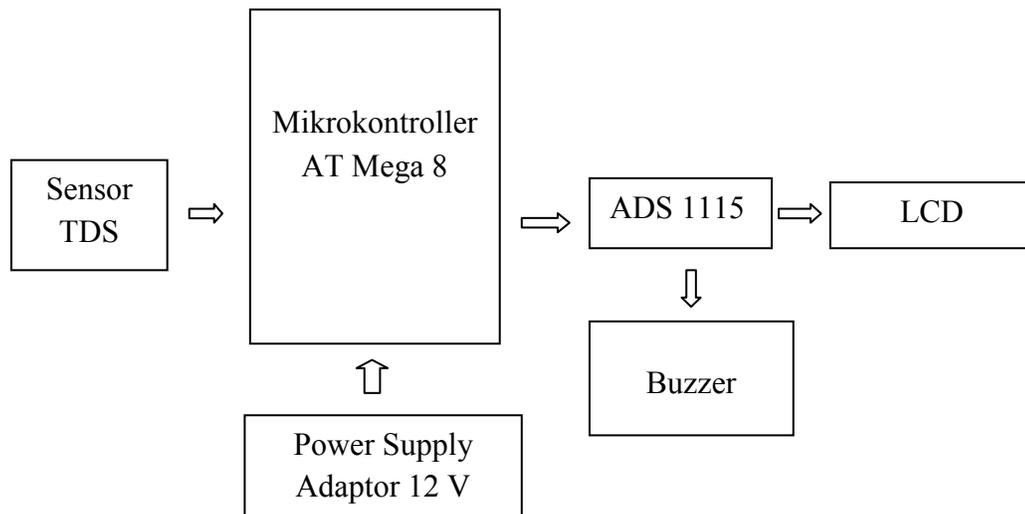
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Alat ini dirancang untuk menghasilkan pengukuran zat padatan terlarut(TDS) pada kolam ikan dan dirancang system peringatan melalui bunyi sebagai indikasi kelayakan air.

3.2 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Sumber: Penulis, 2019

Adapun fungsi dari masing-masing blok diagram adalah sebagai berikut:

- a. Blok *input* terdiri dari:
 1. *Sensor TDS*: pada blok ini sensor *TDS* merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kandungan zat padatan terlarut
 2. *Power Supply* : pada blok ini power supply berfungsi untuk memberikan daya pada keseluruhan sistem

- b. Blok proses : blok proses ini terdiri dari AT Mega 8 yang merupakan mikrokontroler yang telah diprogram untuk memproses semua aktifitas input dan output dari komponen yang terhubung dengannya.
- c. Blok keluaran terdiri dari:
1. ADS 1115: pada blok keluaran ini ADS 1115 berfungsi sebagai penguat sinyal dari mikrokontroler
 2. Buzzer : pada blok keluaran ini Buzzer berfungsi untuk memberikan peringatan berupa bunyi
 3. LCD : pada blok keluaran ini LCD berfungsi sebagai penampil dari hasil pengolahan data

3.3 Alat dan Bahan

Dalam perancangan ini dibutuhkan beberapa alat dan komponen pendukung perangkat keras untuk merealisasikan alat pendeteksi pencemaran air. Adapun alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan
1	Solder
2	Kawat Timah
3	Multitester
4	Tang Potong
5	Pisau cutter
6	Pin Header
7	Obeng Plus dan Obeng Minus

Sumber: Penulis, 2019

Selain itu bahanperangkat keras yang akan digunakan dalam pembuatan alat ini dapat dilihat pada tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Jumlah
1	AT Mega 8	1
2	Kapasitor 100nF	1
3	Sensor TDS	1
4	LCD 16x2	1
5	ADS 1115	1
6	IC 7805	1
7	Buzzer	1
8	Adaptor	1
9	ELco 10 uF	1
10	Box komponen	1
11	Kabel penghubung	Secukupnya

Sumber: Penulis, 2019

Sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung alat ini adalah:

Tabel 3.3 Perangkat Lunak

No.	Nama Perangkat
1	Software Arduino IDE
2	Software Eagle
3	Microsoft Word& Excel
4	Software Visio
5	Software Bahasa C

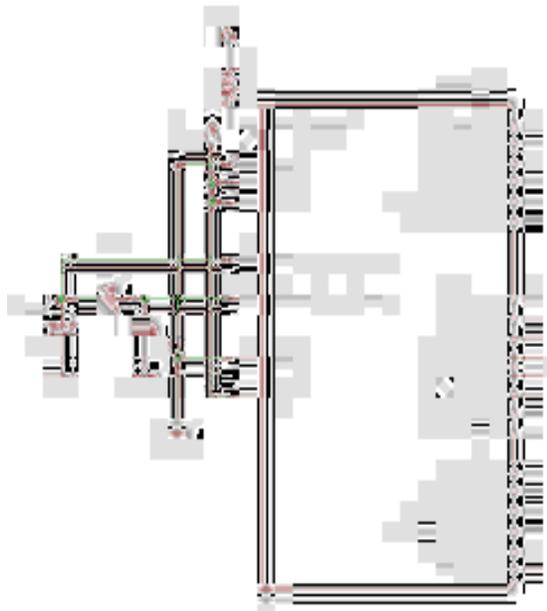
Sumber: Penulis, 2019

3.4 Perancangan Perangkat Keras

Alat Pendeteksi Pencemaran Air dari Zat Padatan Terlarut ini menggunakan komponen-komponen yang terdiri atas *AT Mega 8*, *Sensor TDS*, *ADC ADS1115*, *Buzzer* dan *LCD*. Adapun rangkaian dari masing-masing komponen pendukung adalah sebagai berikut:

3.4.1 Rangkaian Mikrokontroller

Mikrokontroller adalah sebuah komputer kecil (“special purpose computers”) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroller digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Mikrokontroller yang digunakan adalah ATmega8 yang merupakan mikrokontroller keluarga AVR 8bit.

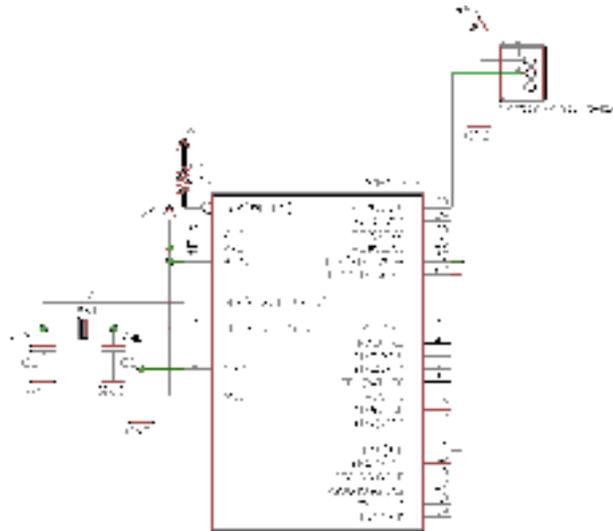


Gambar 3.2 Rangkaian Mikrokontroller ATmega8

Sumber: Penulis, 2019

3.4.2 Rangkaian Sensor TDS

Sensor ini menggunakan metode *Electrical Conductivity*, dimana dua buah probe (elektroda) yang dihubungkan untuk mendapatkan nilai konduktansi larutan yang akan diukur. Probe tersebut diberi beda potensial listrik (berbentuk sinusoida) maka akan mengalir arus listrik. Konduktansi suatu larutan akan sebanding dengan ion-ion dalam larutan tersebut. Kemudian rangkaian pemroses sinyal yang memberikan sumber tegangan AC konstan pada probe akan mengkonversi nilai konduktansi menjadi tegangan. Sehingga alat ini dapat digunakan untuk mengetahui jumlah zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganic, misal : garam dan lain lain) yang terdapat pada sebuah larutan.



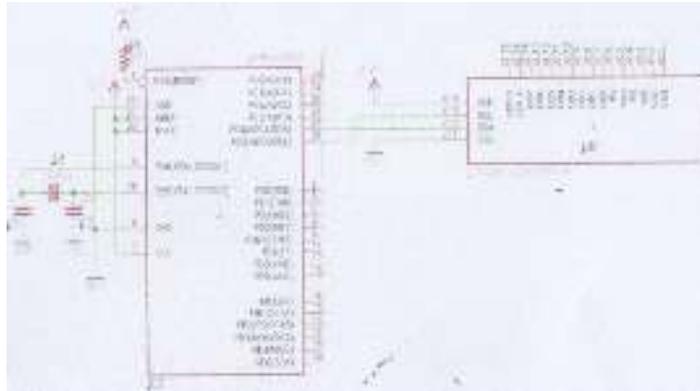
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor TDS

Sumber: Penulis, 2019

3.4.3 Rangkaian ADC ADS 1115

Merupakan module yang difungsikan untuk pembacaan Analog Digital Converter (ADC) dengan komunikasi I2C yang beresolusi hingga 16-bit yang

terdapat 4 channel. Secara fungsi mudah digunakan dengan pengukuran berbagai sinyal dengan range tegangan dari 2v hingga 5v, dan ini sangat bagus untuk pengukuran dengan resolusi 16-bit. Sehingga Hasil Pembacaan Dari Sensor lebih Stabil dan Konstan

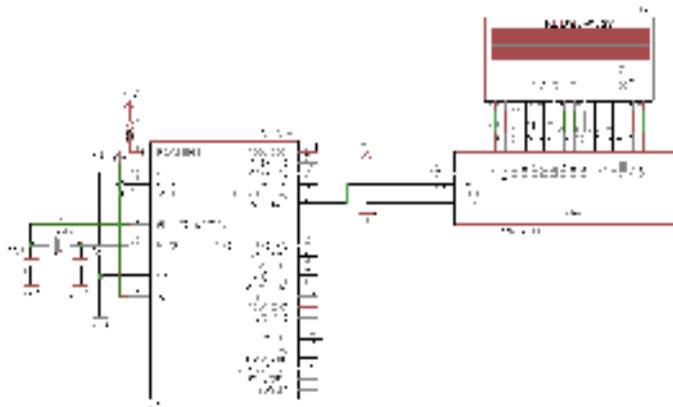


Gambar 3.4 Rangkaian ADC ADS 1115

Sumber: Penulis, 2019

3.4.4 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*) berguna untuk menampilkan informasi dari Mikrokontroler. Sebelum pin pada LCD terhubung ke Mikrokontroler di hubungkan terlebih dahulu dengan ADC sehingga pembacaan lebih stabil.

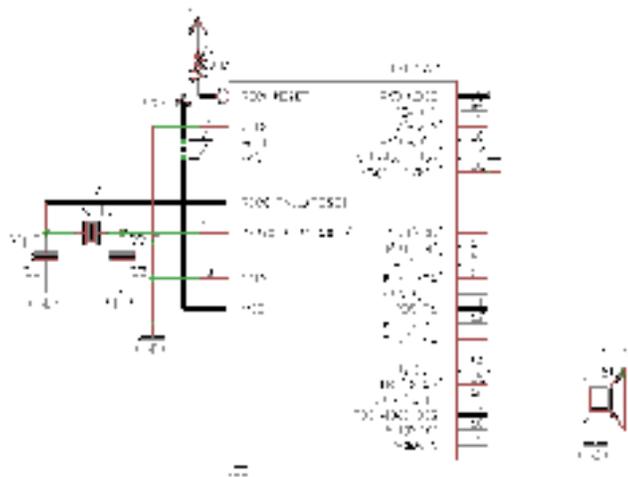


Gambar 3.5 Rangkaian LCD

Sumber: Penulis, 2019

3.4.5 Rangkaian Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loudspeaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer ini digunakan sebagai indikator bahwa pembacaan dari sensor telah mencapai satu titik ukuran yang sudah ditentukan ,sehingga dapat dijadikan pertanda dari alat.



Gambar 3.6 Rangkaian Buzzer

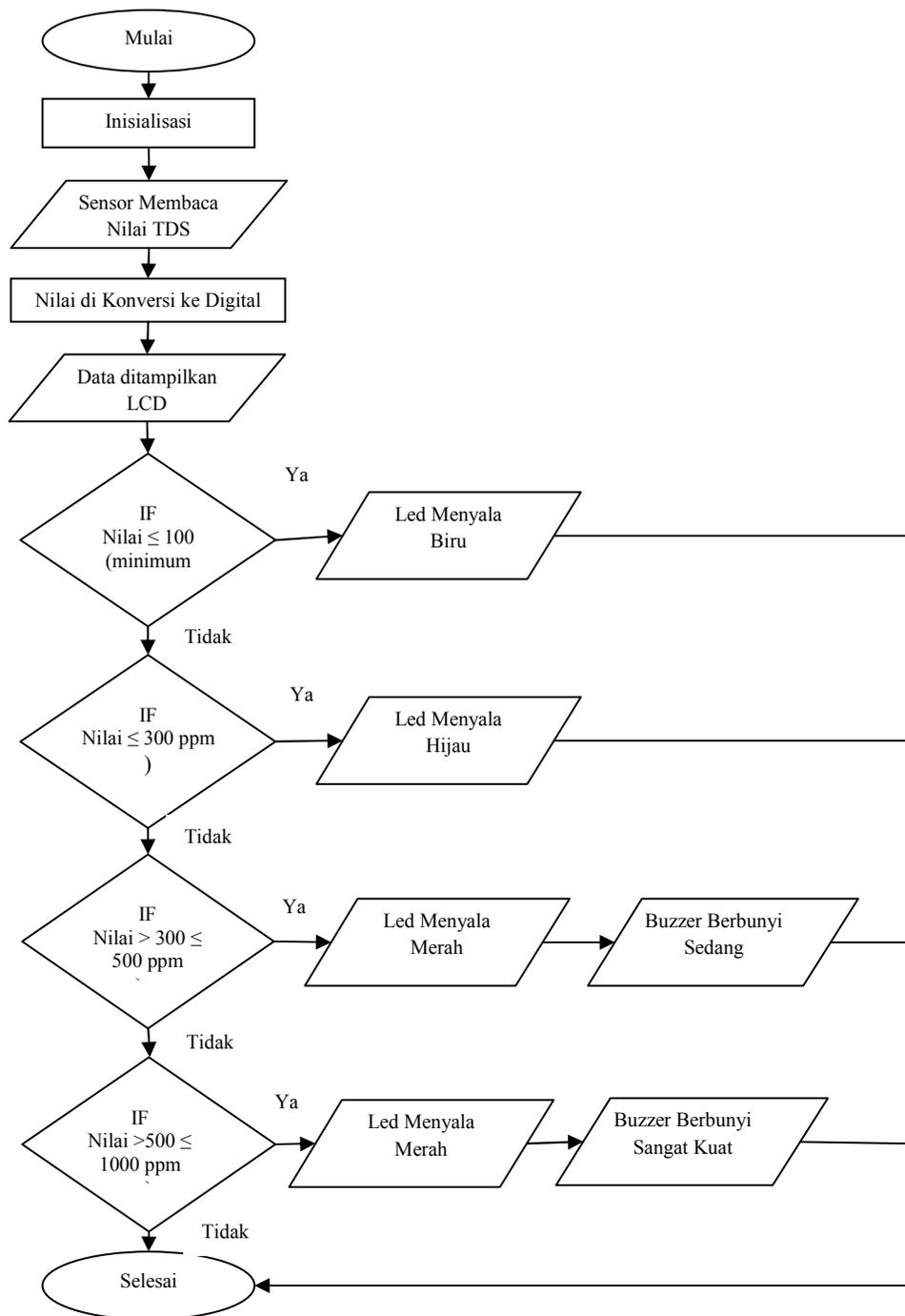
Sumber: Penulis, 2019

3.6 Perinsip Kerja Alat

Pada sistem rangkaian ini, AT Mega 8 akan membaca seluruh *input* data dan akan memproses segala data yang masuk. Pertama, saat alat mulai dihidupkan, maka Mikrokontroller akan mengaktifkan semua komponen yang berperan. Jika air berada pada nilai normal atau dibawah 100 ppm di dalam kolam ikan maka AT Mega 8 akan membaca data pada sensor TDS dan akan menyala LED berwarna biru yang menandakan bahwa air dalam kualitas sangat baik. Ketika sensor TDS membaca Nilai diantara 100 ppm s/d 300 ppm maka LED akan berwarna hijau yang menandakan bahwa air baik akan tetapi mendekati tercemar. Kemudian pada saat sensor TDS membaca nilai lebih dari 300 ppm s/d 500 ppmakanmenyala LED Merah dan Buzzer mengeluarkan suara Sedikit keras dan tidak terlalu cepat menandakan air dalam keadaan Tercemar dan buruk untuk ekosistem didalm air. Dan yang terakhir pada saat Sensor TDS membaca nilai lebih dari 500 ppm s/d 1000 ppm maka LED akan menyala merah dan Buzzer akan mengeluarkan suara sangat kuat dan cepat sebagai penanda bahwa air sudah sangat buruk dan berbahaya bagi ekosistem air. Pengguna juga dapat melihat data real melalui LCD (*Liquid Crystal Display*).

3.7 Flowchart

Langkah-langkah sistematis kerja sistem perancangan Alat pengukur Zat Padatan Terlarut disusun ke dalam sebuah *flowchart* ,dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Flowchart

Sumber: Penulis, 2019

BAB 4

HASIL PENELITIAN

Dalam bab ini akan di bahas pengujian dan analisis dari system alat pendeteksi pencemaran TDS oleh pakan ikan dan partikel lainnya.

4.1 Alat Hasil Perancangan

4.1.1 Tampilan Keseluruhan Alat

Adapun gambarkeseluruhan dari rancang bangun alat pendeteksi pencemaran air pada kolam ikan dari zat padatan terlarut menggunakan sensor TDS adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Alat Keseluruhan

Sumber: Penulis, 2019

Pada gambar tersebut dapat dilihat alat berfungsi dengan baik, adapun penggunaan wadah berukuran (31.5x18.5x24.4)cm dengan volume max 12L sebagai

miniature kolam ikan. Kompomem elektronik juga berfungsi dapat dibuktikan dengan hasil tampilan dari LCD.

4.1.2 Tampilan Letak Sensor

Pada gambar dibawah ini diperlihatkan letak sensor TDS yang berada di sudut dari wadah kolam. Sensor ditegakkan mengarah kebawah sehingga jika air diisi maka sensor akan membaca kualitas dari air tersebut.



Gambar 4.2 Letak Sensor

Sumber: Penulis, 2019

4.1.3 Tampilan Letak Keseluruhan Komponen

Pada gambar di bawah ini diperlihatkan letak komponen elektronik seluruhnya yang ditempatkan pada box agar terlindung dari air ataupun gangguan lain yang dapat menyebabkan kerusakan komponen. Letak LCD ditempatkan diatas Box agar memudahkan melihat hasil pembacaan alat. Adaptor dihubungkan dengan kabel 2 warna terhubung dengan port 12V (merah) dan Ground (hijau) sebagai sumber tegangan untuk menghidupkan alat.

Led dan Buzzer terletak didepan box sebagai indikasi dari level pencemaran air, dimana LED akan berubah warna sesuai level pencemaran serta buzzer akan berbunyi jika air sudah di mendekati level berbahaya.



Gambar 4.3 Letak Keseluruhan Komponen

Sumber: Penulis, 2019

4.2 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian dilakukan menggunakan aquarium sebagai miniature kolam ikan, kondisi ini menyerupai kondisi yang sebenarnya di kolam ikan. Pada saat pengujian semua bagian berjalan sebagaimana mestinya. Pada sensor *TDS* telah bekerja dan mampu memberikan umpan ke bagian mikrokontroller. Bagian mikrokontroller juga mampu merespon umpan dari sensor *TDS*. Kemudian dilanjutkan ke bagian ADC ADS 1115 untuk memberikan instruksi ke bagian LCD, buzzer dan LED.

Pengujian juga dapat dilakukan dengan membuat asumsi percobaan dalam beberapa waktu sehingga mendapat data yang real. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Percobaan

Perubahan	Cairan Aqurium (L)	Pakan Ikan (g)	Waktu (jam)	Suhu(°C)	Pembacaan LCD (PPM)
1	3	-	-	30.2	93
2	3	5	± 1	30.0	112
3	3	5	± 3	29.9	245
4	3	5	± 5	29.5	309
5	3	5	± 12	29.7	435
6	3	5	± 24	30.3	778

Sumber: Penulis, 2019

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa setiap pengujian yang dilakukan memiliki hasil yang berbeda-beda. Walaupun jumlah air dan pakan ikan sama banyak nya akan tetapi mengalami perubahan diselang waktu dan suhu yang berbeda .

Selain pengujian diatas, dapat diuji juga pengujian berupa pompa yang dipakai untuk mengisi air di dalam tandon. Gunanya adalah untuk melihat berapa persen presisi kesalahan pada alat yang dibuat.

4.3 Pengujian Sensor TDS

4.3.1 Pengkalibrasian Alat

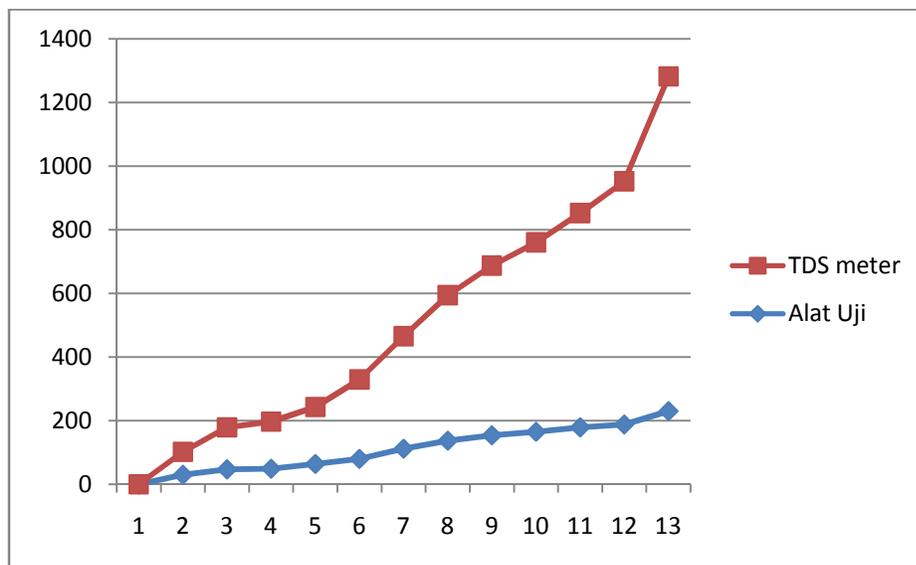
Pengkalibrasian alat bertujuan untuk menyesuaikan alat dengan standar yang sesuai dengan ketentuan sehingga kesalahan pembacaan dari alat dapat diperkecil. Standar yang digunakan untuk menguji sensor ialah TDS Meter yang biasa digunakan

untuk mengukur kualitas air di pabrik. Adapun Hasil Pengujian Sebelum dilakukan Kalibrasi pada sensor TDS adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Pngujian Sebelum Kalibrasi

No.	Alat Uji	TDS meter
1	0	0
2	30	72
3	47	132
4	49	148
5	64	179
6	80	249
7	112	353
8	137	457
9	154	533
10	165	595
11	179	673
12	188	764
13	230	1051

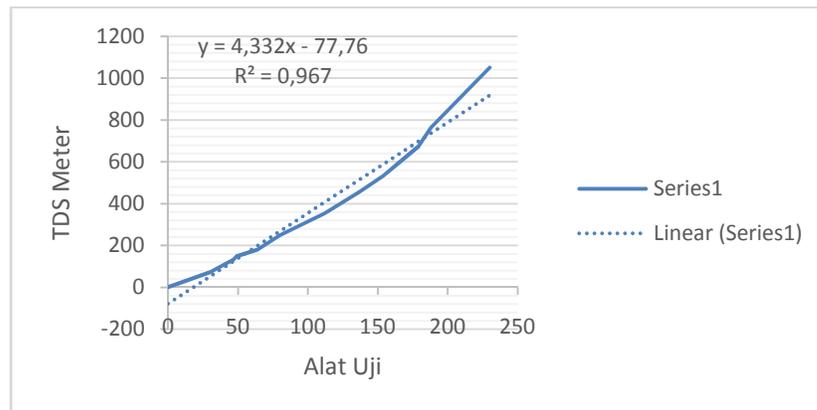
Sumber: Penulis, 2019



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Sebelum kalibrasi

Sumber: Penulis, 2019

Dari hasil pengujian tersebut maka didapat hasil yang kesalahannya besar namun liniernya cukup bagus sehingga dapat dilakukan penyesuaian dengan standard. Persamaan Linier yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini, yaitu :



Gambar 4.5 Grafik Persamaan Linier

Sumber: Penulis, 2019

Pada gambar diatas dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah TDS di dalam air maka nilai tegangan yang terbaca oleh sensor makin bertambah. Adapun nilai regresi sensor TDS sebesar $y = 4,332x + 077,76$, di mana x adalah nilai tegangan sensor dan y adalah TDS meter. Nilai regresi ini menunjukkan korelasi antara TDS dengan nilai tegangan sensor. Nilai koefisien regresi linear (R^2) adalah 0,9959. Persamaan ini digunakan untuk mengubah tegangan menjadi nilai TDS pada Mikrokontroller.

4.3.2 Pengujian Sensor Setelah Kalibrasi

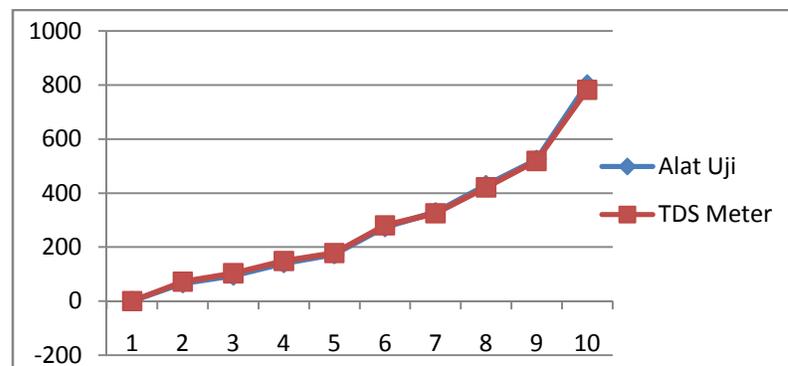
Setelah dilakukan kalibrasi pembacaan alat menjadi lebih akurat dengan total % error = 2.60% , hasil ini menunjukkan bahwa alat berjalan dengan baik . dari tabel percobaan dapat dilihat bahwa di nilai minimum sensor TDS lebih rendah dibandingkan TDS Meter ,kemudian di nilai tengah selisih pengujian sensor dan TDS

meter sedikit. Namun di nilai yang mendekati maximum pembacaan sensor lebih tinggi dibandingkan TDS Meter.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Setelah Kalibrasi

No.	TDS Meter	Alat Uji	selisih	% error
1	0	0	0	0
2	72	66	-6	-8,3
3	103	94	-9	-8,73
4	148	140	-8	-5,4
5	178	173	-5	-2,8
6	280	274	-6	-2,14
7	325	328	3	0,92
8	421	429	8	1,9
9	519	523	4	0,77
10	782	802	20	2,5
Total			1	-23,42
Rata-Rata			0,11	-2,60

Sumber: Penulis, 2019



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Setelah Kalibrasi

Sumber: Penulis, 2019

4.4 Pengujian Pada LCD (*Liquid Crystal Display*)

Hasil dari pemantauan air di kolam ikan pada pengujian hardware selanjutnya dapat dilihat melalui LCD (*Liquid Crystal Display*) yang terletak pada box untuk memastikan kualitas air. Adapun tampilan dari LCD sesuai dengan hasil pengujian pada Tabel 4.1 Data Percobaan adalah sebagai berikut :

4.4.1 Tampilan LCD (Inisialisasi)

Pada Gambar dibawah ini penunjukan dari LCD ialah 0 yang merupakan angka awal saat alat dihidupkan dan kolom dalam keadaan kosong.



Gambar 4.7 Tampilan LCD (Inisialisasi)

Sumber: Penulis, 2019

4.4.2 Tampilan LCD (Percobaan 1)

Pada Gambar dibawah ini penunjukan dari LCD ialah 93 PPM dengan kondisi kolom telah diisi air \pm 3 Liter yang cukup untuk merendam probe dari sensor TDS sehingga sensor dapat bereaksi. Pada kondisi ini LED menyala biru sebagai penanda kualitas air yang sangat baik.



Gambar 4.8 Tampilan LCD Percobaan Pertama

Sumber: Penulis, 2019

4.4.3 Tampilan LCD (Percobaan2)

Pada Gambar dibawah ini LCD menampilkan hasil pembacaan 112 PPM dengan kondisi air telah ditaburkan pakan ikan sebanyak 5 g dengan waktu perubahan selama \pm 1 jam. Kemudian LED berubah warna menjadi hijau , kondisi ini menandakan air dalam keadaan baik.



Gambar 4.9 Tampilan LCD Percobaan Kedua

Sumber: Penulis, 2019

4.4.4 Tampilan LCD (Percobaan 3)

Pada Gambar dibawah ini LCD menampilkan hasil pembacaan 245 PPM dengan kondisi air sama seperti sebelumnya dengan waktu perubahan selama \pm 3 jam.



Gambar 4.10 Tampilan LCD Percobaan Ketiga

Sumber: Penulis, 2019

4.4.5 Tampilan LCD (Percobaan 4)

Pada Gambar dibawah ini LCD menampilkan hasil pembacaan 309 PPM dengan kondisi air sama seperti sebelumnya dengan waktu perubahan selama \pm 5 jam. Kemudian LED berubah warna menjadi merah serta buzzer berbunyi sesekali dengan suara sedang , kondisi ini menandakan air dalam keadaan kurang baik (tercemar).



Gambar 4.11 Tampilan LCD Percobaan Keempat

Sumber: Penulis, 2019

4.4.6 Tampilan LCD (Percobaan 5)

Pada Gambar dibawah ini LCD menampilkan hasil pembacaan 435 PPM dengan kondisi air masih sama seperti sebelumnya dengan waktu perubahan selama \pm 12 jam. Kemudian LED berubah warna menjadi merah dan buzzer menyala sedikit cepat , kondisi ini menandakan air dalam keadaan buruk.



Gambar 4.12 Tampilan LCD Percobaan Kelima

Sumber: Penulis, 2019

4.4.7 Tampilan LCD (Percobaan 6)

Pada Gambar dibawah ini LCD menampilkan hasil pembacaan 778 PPM dengan kondisi air telah ditaburkan pakan ikan sebanyak 5 g dengan waktu perubahan selama \pm 24 jam. Kemudian LED berubah warna menjadi merah dan buzzer menyala sangat kuat , kondisi ini menandakan air dalam keadaan sangat tercemar (berbahaya).



Gambar 4.13 Tampilan LCD Percobaan Keenam
Sumber: Penulis, 2019

4.5 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa Alat pendeteksi berjalan baik sesuai dengan yang diinginkan. Pada saat kolam kosong maka LED akan menyala Biru tanpa ada bunyi peringatan dari Buzzer. Sama Hal nya dengan keadaan kosong, akuarium yang diisi air keran pada umumnya memiliki PPM dibawah 100 sehingga termasuk kualitas baik. Kemudian pada saat air di beri pakan ikan dan dibiarkan selama sejam maka alat akan bereaksi dikarenakan kadar TDS yang meningkat sehingga lampu LED akan menyala hijau sebagai indikasi bahwa air mulai berkurang kualitasnya. Lalu saat pakan dibiarkan lebih lama \pm 5 jam didalam kolam maka akan bereaksi dikarenakan kadar TDS akan semakin tinggi sehingga lampu LED akan menyala merah dengan disertakan suara buzzer yang sedikit keras namun tidak terlalu

cepat. Setelah itu ketika pakan ikan dibiarkan dalam waktu yang sangat lama maka alat akan bereaksi dikarenakan kadar TDS yang sangat tinggi dengan ditandakan LED yang berwarna merah dan Buzzer yang mengeluarkan bunyi yang sangat Kuat dan Cepat sebagai indikasi bahwa air sangat tercemar

Dari hasil pengujian yang didapat pada tabel 4.1 maka dapat kita ketahui bahwa setiap pengujian memiliki hasil yang berbeda-beda. Hasil yang berbeda ini dikarenakan dari pengujian pertama hingga pengujian terakhir memiliki Nilai yang berbeda meskipun banyak nya air dan pakan ikan sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem alat ini masih bekerja dengan seharusnya.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan dan pengujian, rancang bangun alat pendeteksi pencemaran air pada kolam ikan dari zat padatan terlarut menggunakan sensor TDS maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Cara merancang yaitu dengan cara menyiapkan AT Mega 8, Sensor TDS, ADC ADS 1115, Buzzer, LED, power supply 220 V to 12 V serta LCD sebagai penampil data. AT Mega 8 dihubungkan supaya bisa terintegrasi dengan baik kemudian buzzer dan LED digunakan untuk indikasi kualitas air yang digerakkan oleh mikrokontroller. Untuk mengetahui nilai TDS pada air di kolam ikan oleh sensor TDS yang akan ditampilkan pada LCD
2. Alat pendeteksi pencemaran air ini dapat bekerja dengan baik dan dapat menjadi indikator dalam penjadwalan pergantian air pada kolam ikan. Dari pengujian yang dilakukan, tingkat akurasi kerja dari alat pendeteksi telah berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kualitas air.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam perancangan dan pembuatan alat pendeteksi pencemaran air pada kolam ikan dari zat padatan terlarut menggunakan sensor TDS ini maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat di gunakan pada peternak ikan agar dapat mengontrol waktu penggantian air, akan tetapi memiliki kekurangan power yang menggunakan adaptor sehingga harus disambungkan dengan aliran listrik.
2. Untuk kedepannya apabila alat ini ingin dikembangkan diharapkan menggunakan menambahkan sensor suhu agar alat lebih sempurna.
3. Untuk lebih akurat dalam mengukur Zat Padatan Terlarut disarankan menggunakan ADC yang lebih bagus dan larutan nutrisi Hidroponik untuk pengkalibrasian sensor agar mendeteksi air lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabaster, J.S. dan R. Lloyd, 1982, *Water Quality Criteria for Freshwater Fish, Food and Agricultural Organization of the United Nation*, London, Boston.
- Andrianto, Heri. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 menggunakan Bahasa C*. Bandung : Informatika.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research and Development* 2.1 (2017): 1-11.
- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." *Seminar Nasional Royal (SENAR)*. Vol. 1. No. 1. 2018.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta: Kanisius.
- Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122.
- Hedlyni. 2011. *Pendekteksi Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler AT89551 dengan Sensor Fotoresistor dan LED Inframerah*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Unniversitas Andalas.
- Indonesia. Undang Undang Republik Indonesia tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. UURI No. 32 Tahun 1997.
- Indonesia. Peraturan Pemerintah tentang pengendalian Pencemaran Air. PP No. 20 Tahun 1990
- Juju. 2012. *Parameter Fisika, Kimia, Biologi Penentu Kualitas Air*. Bandung: Jujubandung.

- Martani, Maylita dan Endarko, 2014, “Perancangan dan Pembuatan Sensor TDS Pada Proses Pengendapan CaCO₃ Dalam Air Dengan Metode Pelucutan Elektron dan Medan Magnet”, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Institut Sepuluh Nopember
- Mahida, U.N. 1986. Pencemaran dan Pemanfaatan Limbah Industri. Jakarta: Rajawali Press
- Nugroho, Gersang. 2014. Mekatronika. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Nuzula, Nike Ikadan Endarko. 2013. *Perancangandan Pembuatan Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*.
- Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.
- Ronaldi Zamora, Harmadi dkk. 2015 .Perancangan Alat Ukur TDS (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time. Fakultas Mipa, Departemen Fisika, Universitas Andalas.
- Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service of QFC And SPC Methods in the Process Performance Potential Gain and Customers Value in a Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, 9(6), 820-829.68
- Setiawan, Boenie, 2001. Konsep Pembaharuan Hukum Agraria, Cetakan I Yogyakarta, Hapera Pustaka Utama.
- Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty of Data Mining for Promoting Education based on FP-Growth Algorithm.
- Sihombing, Ellen Nita. 2011. *Keanekaragaman Dan Distribusikan Serta Hubungannya Dengan Kualitas Air Danau Siats Kabupaten Tapanuli Selatan*. Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara.
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.
- Tarigan, A. D. (2018, October). A Novelty Method Subjectif of Electrical Power Cable Retirement Policy. In International Conference of ASEAN Prespective and Policy (ICAP) (Vol. 1, No. 1, pp. 183-186).

- Tilome, SriWahyuni R. 2013. *Uji Kualitas Fisik Air pada Sarana Air Bersih Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) di Desa Lohungaya Kecamatan Batudaa*. Fakultas Ilmu Kesehatan dan Olahraga, Universitas Negeri Gorontalo
- Tooley, Mike. 2002. *Rangkaian Elektronik, Prinsip dan Aplikasinya*. Erlangga. Jakarta
- Triswantoro Putro, dan Endarko. 2013. Pengaruh Variasi Penempatan Kutub Medan Magnet terhadap Pengurangan Kadar CaCO_3 dalam Air. Jurusan Fisika FMIPA ITS. Surabaya.
- WHO, 2003. *Total dissolved solids in Drinking-water*. Geneva Switzerland: World Health Organization.
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.

