BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Air digunakan untuk proses metabolisme tubuh baik bagi manusia, hewan maupun makhluk hidup lainnya. Selain itu air juga digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup lainnya misalkan tempat rekreasi, pembangkit energi listrik, transportasi, dan pengairan pertanian. Dibumi ini ada tiga sumber air yaitu air tanah, air permukaan dan air hujan. Air hujan adalah air angkasa yang jatuh kepermukaan bumi, air permukaan merupakan air yang berada di permukan tanah seperti sungai, danau, telaga, waduk, rawa dan lain-lain. Sedangkan air tanah ialah air permukaan yang meresap kedalam tanah dan menjadi air tanah tertekan dan tidak terkekan. Dalam kenyataannya tidak semua sumber air tadi dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kita karena dalam memenuhi kebutuhan hidup kita. Air harus memenuhi beberapa kriteria seperti baik secara kimia, fisika, bakteriologi maupun radioaktif.(Akip, 2016)

Air yang tidak mengandung logam berat. Seperti yang diketahui, air yang keruh salah satu ciri air yang tidak sehat. Kekeruhan disebabkan adanya kandungan partikel terlarut dalam air baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik berasal dari lapukan tanaman dan hewan, sedangkan zat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam. Dengan adanya zat organik

pada air dapat menjadi makanan bakteri sehingga mendukung perkembangannya. Kekeruhan dalam air minum tidak boleh melebihi 5 *NTU (Nephelometric Turbidity Unit)*. *Total Dissolved Solid*(TDS) = total zat padat terlarut memiliki kadar maksimum yang diperbolehkan 1000 ppm atau part *per million,*semakin rendah nilai ppm maka semakin baik kualitas air. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. (Permenkes RI, nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, 2017)

Air merupakan salah satu sumber utama yang sangat penting bagi kebutuhan makhluk hidup. Makhluk hidup baik manusia, hewan maupun tumbuhan akan kesulitan bertahan tanpa air karena sebagian besar pembentuk tubuh makhluk hidup terdiri dari air. Selain itu, air juga sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti mencuci, mandi, masak, dan lain-lain. Air juga sangat dibutuhkan dalam kegiatan industri, misalnya pembangkit listrik tenaga air. Juga dibutuhkan dalam kegiatan pertanian, pelayaran, ataupun kebutuhan umum, seperti tempat rekreasi. Dari hal-hal tersebut sudah dapat kita ketahui bahwa kita sebagai makhluk hidup tidak dapat terpisahkan dengan air. (Delwizar et al., 2021)

Masyarakat di Indonesia masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini masih belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang dihadapi yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat. Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan atau masyarakat. Indeks Kualitas Air (WQI) adalah metode sederhana yang digunakan

sebagai bagian dari survei kualitas air secara umum dengan menggunakan sekelompok parameter yang mereduksi sejumlah besar informasi menjadi satu angka, biasanya tidak berdimensi, dengan cara sederhana yang dapat direproduksi. (Husein & Abed, 2017)

Mengingat betapa pentingnya air bagi kehidupan manusia maka kualitas air harus tetap terjaga dan dipertahankan kebersihanya, lepas dari sampah-sampah dan bebas dari zat asam dan basa agar tidak dapat merusak kualitas air. Pemantauan pH air sangat penting dilakukan untuk mengetahui baik buruknya kualitas air khususnya air minum. Lembaga kesehatan dunia seperti WHO telah menetapkan standard kualitas air minum yang aman bagi kesehatan. Air minum dengan kualitas yang baik memiliki standar pH 6,5 sampai 8,5. Untuk mengetahui tingkat kadar pH dalam air, maka diperlukan pengukuran konsentrasi pH air. Air minum paling ideal dapat dikonsumsi memiliki kadar netral yaitu pH 7. (Ariska et al., 2019)

Laut merupakan salah satu bagian penting kehidupan. Bagi flora dan fauna tertentu, laut memang menjadi tempat berlangsungnya ekosistem. Sementara itu, bagi manusia laut bisa menjadi salah satu sumber mata pencaharian untuk memenuhi kebutuhan hidup. Para nelayan bisa mendapatkan keuntungan dari menangkap ikan di laut. Kalangan lainnya bisa mendapatkan keuntungan dari membuka wisata yang bertemakan laut. (Geost, 2017)

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diidentifikasi rumusan masalah yaitu;

1. Bagaimana merancang sistem terintegrasi dengan sensor untuk pembacaan parameter kualitas air?
2. Bagaimana menghitung indeks pencemaran air berdasarkan hasil pembacaan sensor?

C. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk merancang sistem terintegrasi dengan sensor untuk pembacaan parameter kualitas air.
2. Untuk menghitung indeks pencemaran air berdasarkan hasil pembacaan sensor.

D. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di pesisir pantai cempae, kota Parepare.
2. Sensor yang digunakan untuk mengukur keasaman dan basa suatu larutan adalah sensor PH.
3. Sensor yang digunakan untuk mengukur kekeruhan adalah sensor *Turbidity*.
4. Sensor yang digunakan untuk mengukur padatan terlarut adalah sensor TDS.

E. Manfaat Penelitian

Alat ini diharapkan dapat bekerja pada setiap lingkungan dan dapat dibawa kemana saja, dengan hal itu setiap lingkungan dapat melihat kualitas air pada daerah-daerah tertentu dan nantinya juga akan memberikan manfaat seperti

PDAM dan nelayan maupun personal untuk mengukur kelayakan pada air yang mereka gunakan pada kehidupan sehari-hari. Juga sebagai bahan informasi dalam rangka pengembangan penelitian lanjutan.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan menyampaikan penguraian atau gambaran singkat tentang penjelasan masing-masing bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

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

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori dari berbagai sumber bacaan yang mendukung permasalahan dan kajian hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang jenis penelitian, lokasi dan waktu, alat dan bahan, rancangan penelitian, serta teknik pengumpulan data yang digunakan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang pengumpulan data-data yang diperlukan, selanjutnya data-data tersebut dianalisis berdasarkan metode untuk mendapatkan beberapa kesimpulan.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data akhir penelitian yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai usulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Akuisisi Data

Sistem Data Akuisisi / Data *Acquisition System* (DAQ atau DAS) adalah sebuah sistem dimana mengubah sinyal analog dari sensor menjadi sinyal digital yang kemudian ditampilkan oleh komputer, sinyal yang di ukur dapat berupa Suhu, Voltase, Regangan, Tekanan, Shock, Getaran, Jarak Perpindahan, RPM, Sudut, dan Berat. Pada dasarnya tujuan dari Data Acquisition adalah untuk memperoleh dan menyimpan data, memvisualisasikan dan menganalisis data secara langsung (real-time).

Komponen dari data *Acquisition System* (DAQ):

Prinsip dasar dari kerja Data *Acquisition* adalah sensor mendeteksi perubahan sekitarnya secara fisika dan mengubahnya menjadi sinyal analog, kemudian sinyal analog tersebut lanjut masuk kedalam signal conditioner untuk dipersiapkan sebelum diubah menjadi bentuk digital, kemudian dikonversikan menjadi sinyal digital didalam sinyal convertor yang kemudian ditampilkan di komputer melalui software DAQ. Data *Acquisition* yang modern terdiri atas tiga komponen penting yang membentuk pengukuran fisika.

1) Sensor adalah perangkat yang mendeteksi perubahan lingkungan secara fisiska, sebuah sensor mengubah fenomena fisik menjadi analog voltage

yang terukur (atau terkadang sinyal digital diubah menjadi tampilan yang dapat dilihat manusia atau diproses lebih lanjut.

2) *Signal conditioning* adalah sinyal analog yang didapatkan dari sensor perlu disiapkan dengan benar sebelum dapat diubah menjadi bentuk sinyal digital untuk diproses lebih lanjut. Signal Conditioning merupakan rangkaian sirkuit elektronik yang memanipulasi sinyal dengan cara mempersiapkan untuk tahap pemrosesan berikutnya.
3) *Analog to digital converter* adalah sebuah komponen fundamental dari sistem Data Acquisition modern. Tujuan utama dari ADC dalam DAQ adalah untuk mengubah sinyal analog yang dikondisikan menjadi aliran data digital, sehingga DAQ dapat memprosesnya untuk ditampilkan, disimpan, dan dianalisis.

Tujuan dari data akuisisi:

Tujuan utama dari Sistem Data Akuisisi adalah untuk memperoleh dan menyimpan data. Tetapi juga dimaksudkan untuk memberikan visualisasi dan analisis data secara real-time dan pasca-perekaman. Selain itu, sebagian besar DAQ memiliki beberapa kemampuan analitik dan pembuatan laporan bawaan.

Inovasi terbaru adalah kombinasi akuisisi dan kontrol data, di mana sistem DAQ berkualitas tinggi disinkronkan dengan sistem kontrol real-time. Tujuan dari data akuisisi dapat disimpulkan sebagai:

- Data Recording
- Data Staring

- Real time data *visualization*
- Post record data review
- Data analisis dengan berbagai perhitungan matematis dan statistic
- Report Generation

Instrumentasi data akuisisi juga banyak digunakan dalam aplikasi pemantauan, diantaranya:

- Memantau kondisi mesin kompleks, seperti motor, genset, baling baling, dll.
- Memantau properti struktural bangunan seperti jembatan, stadion, dll.
- Memantau komsumsi energi dan efisiensi dalam proses produksi.

Sistem data akuisisi atau perangkat DAQ sangat penting dalam pengujian produk, dari mobil hingga perangkat medis pada dasarnya, perangkat elektromekanis apa pun yang digunakan orang.(Rizki, 2022)

2. Indeks Pencemaran

Indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai.

Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan

air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independent dan bermakna. (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003)

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{2M} + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{2R}}{2}}$$

dimana:

Lij : konsentrasi parameter kualitas air yang ditentukan dalam baku mutu peruntukkannya (j)

Pij : indeks pencemaran (pollution index) bagi peruntukkannya (j)

Ci : konsentrasi parameter kualitas air di lapangan

(Ci/Lij)M : nilai Ci/Lij maksimum

(Ci/Lij)R : nilai Ci/Lij rata-rata Nilai

Nilai indeks pencemaran dikategorikan berdasarkan Keputusan Mentri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 dan ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kategori Nilai Indeks Pencemaran

Nilai Indeks	Kategori
$0 \leq PIj \leq 1{,}0$	Baik(memenuhi baku mutu)
$1{,}0 < PIj \leq 5{,}0$	Cemar Ringan
$5{,}0 < PIj \leq 10$	Cemar Sedang
$PIj > 10$	Cemar Berat

Metoda ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.(Handiani & Heriati, 2020)

3. LoRa

LoRa (Long Range) merupakan modul telekomunikasi wiereless berdaya rendah, yang diperkenalkan oleh Semtech pada tahun 2013. Karakteristik lain dari LoRa adalah daya pancar yang dapat mencakup area relatif luas, terutama di lingkungan perkotaan yang kompleks. Berbagai fitur LoRa membuatnya ideal untuk pekerjaan bersekala besar dan komersialisai dengan biaya minimum. Sebelum munculnya teknologi LoRa, ada beberapa teknologi komunikasi nirkabel yang sering digunakan, antara lain adalah Bluetooth, RFID, Wifi, dan ZigBee. Tabel dibawah menunjukkan perbandingan dari beberapa teknologi komunikasi nirkabel yang digunakan secara komersial.

Tabel 2.2 Perbandingan Parameter Teknologi Komunikasi

No	Teknologi	Jarak	Max. Rate	Komsumsi Daya
1.	Bluetooth	10 m	2 MB/s	LOW
2.	WiFi	0 – 60 m	54 MB/s	HIGH
3.	RFID	0 – 100 m	10 KB/s	LOW
4.	Zigbee	0 – 1500 m	260 KB/s	LOW
5.	LoRa	0 – 15 km	600 KB/s	LOW

Dari tabel 2.2 dapat dilihat bahwa teknologi komunikasi menggunakan LoRa memiliki jarak jangkau yang cukup jauh dibanding dengan teknologi komunikasi yang lain dan mempunyai konsumsi daya yang rendah. Akan tetapi

pada teknologi LoRa memiliki kekurangan yaitu nilai maximum rate masih jauh dibanding dengan teknologi WiFi.

a. Lora *Ebyte* E32-433T20D

E32-433T20DT adalah modul port serial nirkabel (UART) berdasarkan chip RF SX1278 SEMTECH. Ini memiliki beberapa mode transmisi, bekerja di 410MHz~441MHz, (default 433MHz), teknologi spektrum penyebaran LoRa, SX1278 dilengkapi LoRa™, yang akan membawa jarak komunikasi lebih jauh, dan memiliki keunggulan kepadatan daya terkonsentrasi, sementara itu memiliki sangat kuat kerahasiaan. Modul daya transmisi 20dBm mengadopsi osilator kristal kelas industri untuk memastikan stabilitas dan konsistensi, presisinya lebih rendah daripada 10ppm yang diadopsi secara luas. E32-433T20DC berada dalam produksi massal yang stabil dan diterapkan secara luas pada meteran utilitas, renovasi IoT, rumah pintar, dll. Modul ini memiliki fitur enkripsi dan kompresi data. Data yang dikirimkan melalui udara bersifat acak. Algoritma enkripsi-dekripsi membuat intersepsi data menjadi tidak berarti. Kompresi data memungkinkan waktu transmisi lebih singkat dan tingkat interferensi lebih rendah, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi transmisi.

Berikut adalah tabel fungsi pin pada lora E32-433T20D:

Tabel 2.3 Fungsi pin lora E32-433T20D

Pin	Label	Fungsi
1	M0	Bekerja dengan M1 untuk menentukan 4 mode kerja modul (bukan ditangguhkan, jika tidak digunakan, dapat dibumikan)
2	M1	Bekerja dengan M0 untuk menentukan 4 mode kerja modul (bukan ditangguhkan, jika tidak digunakan, dapat dibumikan).
3	RXD	Input TTL UART, terhubung ke pin output TXD eksternal (MCU, PC). Bisa dikonfigurasikan sebagai saluran terbuka atau masukan pull-up.

4	TXD	Output TTL UART, terhubung ke input RXD (MCU, PC) eksternal pin. Dapat dikonfigurasi sebagai saluran terbuka atau keluaran dorong-tarik.
5	AUX	Untuk menunjukkan status kerja modul & membangunkan eksternal MCU. Selama prosedur inisialisasi pemeriksaan mandiri, pin keluaran tingkat rendah. Dapat dikonfigurasi sebagai keluaran dorong-tarik (penangguhan diperbolehkan).
6	VCC	Catu daya: 2,3~ 5,2V DC
7	GND	Sumber daya negatif 0V
8	Lubang tetap	-
9	Lubang tetap	-
10	Lubang tetap	-



Gambar 2.1 Lora E32 433T20D
(Sumber: https://id.aliexpress.com/i/32992556753.html)

4. Micro SD Adapter

Modul (MicroSD Card Adapter) adalah modul untuk membaca dan menulis data pada kartu memori mikro yang menggunakan antarmuka SPI. Modul ini cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan penyimpanan basis data seperti sistem presensi, antrean, data logging, sistem parkir, dan sebagainya. (Nabawi, 2019)

Tabel 2.4 Fungsi kaki-kaki pada modul *micro sd card* adapter

Pin	Label	Fungsi
1	CS	Pin Slave Select untuk komunikasi SPI
2	SCK	Pin Serial Clock untuk komunikasi SPI
3	MOSI	Pin MOSI untuk komunikasi SPI

4	MISO	Pin MISO untuk komunikasi SPI
5	VCC	Sumber daya positif 5V
6	GND	Sumber daya negatif 0V



Gambar 2.2 *Modul Micro SD Card* adapter
(Sumber: https://www.dgpu.org/bbs/dispbbs.asp/?u=arduino-micro-sd-card-module-tutorial-how-sd-card-aa-WokQ39c4)

5. Sensor pH (*Power of Hydrogen*)

Sensor merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah system pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari system pengaturan secara otomatis. Kadar pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH > 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi.(Ariska et al., 2019)

Power of hydrogen (pH) merupakan faktor kimia air yang penting. Ini adalah ukuran keasaman atau kebasaan suatu larutan. Ini didasarkan pada konsentrasi ion H+ atau OH- yang ada dalam air. Skala pH adalah skala logaritmik di mana nilainya berubah dalam faktor 10.

Skala pH berkisar antara 0 sampai 14. Jika pH suatu larutan kurang dari 7 maka larutan tersebut bersifat asam sebaliknya jika nilai pH lebih besar dari 7

maka larutan tersebut bersifat basa atau basa dan jika pH suatu larutan adalah 7 maka larutan bersifat netral.

Air normal umumnya memiliki nilai pH antara 6 sampai 9. Cara yang paling umum untuk mengukur pH larutan melibatkan penggunaan elektroda kaca sensitif pH, elektroda referensi dan pH meter yang mengukur perbedaan potensial listrik antara elektroda pH dan referensi elektroda dan tampilkan hasilnya diubah menjadi nilai pH yang setara.(Bande et al., 2016)



Gambar 2.3 Sensor pH
(Sumber: Agus Faudin, 2019)

Spesifikasi sensor Ph:

- **pH signal Conversion Board V2**
    - Tegangan kerja antara 3.3 ~ 5.5V
    - Output tegangan analog : 0 ~ 3.0V
    - Jenis konektor probe yang digunakan tipe “BNC”
    - Tingkat akurasi pengukuran : ±0.1 (pada suhu pengujian 25℃)
    - Signal Connector : PH2.0-3P
    - Dimensi board : 42mm x 32mm
- **Probe pH**
    - termasuk dalam grade laboratorium

- Range deteksi pH : 0 ~ 14
- Suhu kerja antara 5 ~ 60 ° C
- Titik netral pada pH 7 ± 0,5
- Internal Resistance: < 250MΩ
- Waktu Respons kurang dari 2 menit
- Masa lifetime Probe : > 0,5 tahun (tergantung dengan frekuensi penggunaan)
- Panjang kabel probe : 100cm

Secara pengertian, pH itu merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau alkalinitas dalam suatu larutan. Range nilai PH yaitu antara angka antara 0 hingga 14 dengan ketentuan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.5 Range nilai Ph

Ph meter	Sifat
Ph < 7	Asam
Ph = 7	Netral
Ph > 7	Basa

6. Sensor *Turbidity* (kekeruhan)

Sensor kekeruhan biasanya digunakan untuk menentukan nilai kekeruhan air. Kekeruhan yang ada didalam air disebabkan banyaknya partikel mikroskopis individu (suspended solids).(Wibisono, 2022) Sensor kekeruhan yang dapat mendeteksi kekeruhan air dengan cara membaca sifat optik air akibat cahaya dan sebagai pembanding cahaya yang akan dipantulkan dengan cahaya yang akan

datang. Pada sensor kekeruhan, bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan diikuti dengan perubahan tegangan keluaran sensor.

Turbidity Sensor terdiri dari 2 yaitu dimensi adapter dan dimensi probe. *Turbidity* Sensor bekerja pada saat diberi tegangan 5 volt. Ada soket dua pin di *adaptor Turbidity* Sensor. Pin soket di sebelah kanan (seperti gambar di bawah) dihubungkan ke probe yang digunakan untuk mendeteksi nilai kekeruhan. Sedangkan pin soket di sebelah kiri (seperti gambar di bawah) dihubungkan ke ground, VCC, dan pin A0 pada Arduino Uno. Setelah nilai kekeruhan diketahui, probe selanjutnya mentransmisikan data ke *adaptor Turbidity* Sensor yang selanjutnya dikirim ke Arduino Uno untuk diolah dan diproses.(Saiyar, 2010)



Gambar 2.4 Sensor *Turbidity*
(Sumber: Edukasi,2020)

Terdapat dua mode keluaran dari Turbidity Sensor (Kekeruhan Air), yaitu keluaran digital dan keluaran analog. Berdasarkan *datasheet*, berikut ini spesifikasi dari Turbidity Sensor (Kekeruhan Air):

1. Tegangan Operasional : 5 VDC
2. Arus Operasional : 40 mA (Max)
3. Waktu Respons : < 500 mS
4. Output Analog : 0 – 4.5 Volt

5. Rentang Temperature : 5 derajat Celcius s/d 90 derajat Celcius

6. Storage Temperature : - 10 derajat Celcius s/d 90 derajat Celcius

7. Berat : 30 g

8. Dimensi : 38 mm x 28 mm x 10 mm. (Prastyo, 2020)

7. TDS (*total dissolved solid*) meter

Total dissolved solid menunjukkan bahwa berapa miligram padatan terlarut yang dilarutkan dalam satu liter air. Secara umum, semakin tinggi nilai TDS, padatan yang lebih larut larut dalam air, dan semakin sedikit air yang bersih. Oleh karena itu, nilai TDS dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk mencerminkan kebersihan air. Pena TDS adalah peralatan yang banyak digunakan untuk mengukur nilai TDS. Untuk tujuan ini, TDS analog yang kompatibel dengan Arduino. Sesuai dengan pengontrol. TDS Meter ini mendukung input tegangan lebar 3.3 ~ 5.5V, dan output tegangan analog 0 ~ 2.3V, yang membuatnya kompatibel dengan sistem atau papan kontrol 5V atau 3.3V. Sumber eksitasi adalah sinyal AC, yang secara efektif dapat mencegah probe dari polarisasi dan memperpanjang umur probe, sementara itu, meningkatkan stabilitas sinyal output. Probe TDS tahan air, dapat direndam dalam air untuk pengukuran waktu yang lama. (Dfrobot, 2018)



Gambar 2.5 Sensor TDS
(Sumber: dfrobot, 2018)

Spesifikasi Sensor TDS:

- Tegangan Input: 3.3 ~ 5.5V
- Tegangan Output : 0 - 2.3V
- Arus Kerja : 3 - 6mA
- Pengukuran TDS: 0 - 1000ppm
- Akurasi: ± 10% F.S. (25°C)
- Dimensi Modul : 42 x 32 mm
- Pajang Probe 83 cm
- Tipe Output : Tegangan Analog

8. LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4 I2C

Liquid Crystal Display merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data dapat berupa karakter, huruf, symbol maupun grafik. Karena ukurannya yang kecil maka LCD banyak dipasangkan dengan Mikrokontroller. LCD tersedia dalam bentuk modul yang mempunyai pin data, control catu daya, dan pengatur kontras.(Perdana, Wisnu, 2019)

Liquid Crystal Display adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun.LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon

berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi.Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan chip module I2C untuk mempermudah programmer nantinya dalam mengakses LCD tersebut. Sebab dengan digunakannya modul I2C akan lebih memperhemat penggunaan pin arduino yang akan digunakan.

Inter Integrated Circuit atau yang lebih dikenal dengan sebutan I2C adalah merupakan standar komunikasi serial dua arah dengan menggunakan dua buah saluran yang didesain khusus untuk pengontrollan IC tersebut. Secara garis besar sistem I2C itu sendiri tersusun atas dua saluran utama yaitu, saluran SCL (serial clock) dan SDA (serial data) yang membawa informasi data antara I2C dengan sistem pengontrolnya.(Riyadi, 2018)



Gambar 2.6 Bentuk Fisik LCD 20x4 I2C
(Sumber: https://www.okuelectronics.com/store/lcds-displays/20x4-lcd-green-screen-with-i2c-backpack-5v/)

Perangkat yang dihubungkan dengan I2C ini dapat difungsikan sebagai master atau slave. Master adalah perangkat yang memulai transfer pada data dengan membentuk sinyal stop, dan membangkitkan sinyal clock. Sedangkan slave adalah perangkat yang telah diberikan alamat oleh master.

Berikut beberapa bagian yang terdapat I2C LCD:

- *Transmitter*: berfungsi untuk mengirimkan data kebus
- *Receiver*: berfungsi untuk menerima data daribus
- Master: bagian yang melakukan transfer, mengolah Clock dan membatalkan transfer data
- *Slave*: bagian yang dikendalikan oleh master sebagai tempat yang dituju.
- *Arbitration*: prosedur yang menentukan atau membatasi Multi Master dan membuat hanya satu dari dua master yang mengatur bus sehingga tidak terjadi corrupt pada data.
- *Synchronization*: prosedur mencocokan antara sinyal Clock dandevice

Berikut adalah konfigurasi kaki-kaki LCD karakter 20x4 untuk mengkoneksikannya ke board arduino:

Tabel 2.6 Konfigurasi pin LCD 20x4

Pin No	Symbol	Details
1	GND	Ground
2	Vcc	Supply Voltage +5V
3	Vo	Contrast Adjustment
4	RS	0-> Control Input, 1-> Data Input
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7 To 14	D0 To D7	Data

15	VB1	Backlight +5V
16	VB0	Backlight ground

9. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* memiliki prosesor AtmelAVR dan *software* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga merupakan *platform hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka dapat mengunduh skema *hardware* arduino dan membangunnya dengan mudah.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATMega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu atau perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

a. Arduino Uno

Arduino jenis ini adalah yang paling banyak digunakan, terutama untuk pemula sangat disarankan menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Arduino uno adalah salah satu produk

Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega 328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED (*Light Emitor* Dioda) hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil. Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan *oscillator* 16 MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5 Volt. Sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga pin 13 digunakan untuk isyarat digital, yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin A0-A5 digunakan untuk isyarat analog. Arduino Uno dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2 KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32 KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to type B Sama seperti yang digunakan pada USB printer. (NOVARIA, 2017)



Gambar 2.7 Bentuk Fisik Arduino Uno
(Sumber: https://robocraze.com/products/uno-smd-board-compatible-with-arduino)

Berikut adalah tabel spesifikasi arduino uno

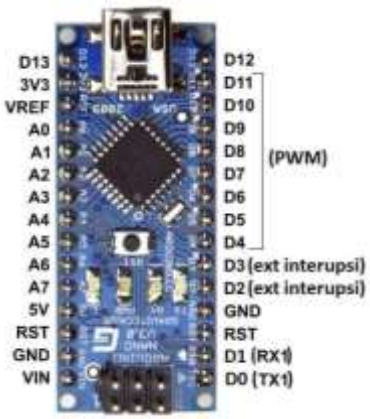
Tabel 2.7 Spesifikasi arduino uno

Mikrokontroler	ATmega328
Pin I/O Digital	14
Masukan Analog	6
Frekuensi Osilator Kristal	16MHz
Tegangan Operasi	6-20V
Ukuran	7x5x1cm
Berat	10 gram

b. Arduino Nano

Arduino Nano adalah modul mikrokontroler yang berbasis pada IC ATmega328 (Arduino Nano 3.0) atau ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Dia memiliki 14 digital I/O dengan 6 pin di antaranya mendukung PWM, 8 input analog, 1 jalur UART, 16 MHz crystal oscillator, sebuah koneksi Mini-B USB, konektor ICSP, dan sebuah tombol reset. Dia juga memiliki keseluruhan komponen yang dapat mendukung jalannya mikrokontroler atau sering disebut dengan sistem minimum.(Nabawi, 2019)

Sepertinya namanya, Nano yang berukulan kecil menyimpan banyak fasilitas dengan dilengkapi dengan FTDI untuk pemograman lewat micro USB. 14 pin I/O digital, dan 8 Pin masukan Analog (lebih banyak dari Uno) Dan ada yang menggunakan ATMEGA 168, atau ATMEGA 328.(NOVARIA, 2017) Spesifikasi arduino nano dapat dilihat pada tabel 2.8



Gambar 2.8 Bentuk Fisik Arduino Nano

(Sumber: https://www.tokopedia.com/salect/arduino-nano-v3-atmega-328-ch340-5v-16mb-168?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo)

Tabel 2.8 Spesifikasi arduino nano

Mikrokontroler	ATmega328 atau ATmega168 5 V
Tegangan kerja	5V
Tegangan masukan (rekomendasi)	7-12V
Tegangan masukan (maksimal)	6-20V
Digital I/O	14(6 PWM)
Analog input (ADC)	6
Arus maksimal per digital I/O	40 mA
Arus maksimal pada pin 3,3V	50 mA
Memori flash	16 KB (ATmega168) atau 32 KB (ATmega328) dengan 2 KB sudah digunakan untuk bootloader)
Static Random Access Memory (SRAM)	1 KB (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)

Electrically Erasable Programmable Read- Only Memory (EEPROM)	512 bytes (ATmega168) atau 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang menjadi salah satu ajuan penulis dalam melakukan penelitian, sehingga penulis dapat memperbanyak teori yang di gunakan dalam mengkaji penelitian yang telah di lakukan. Penulis sengaja mengankat beberapa penelitian untuk dijadikan referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian ini. Berikut ini merupkan penelitian terdahulu berupa jurnal yang terkait dengan penelitian yang di lakukan oleh penulis dalam penelitian pertama yang di lakukan oleh husain ewaid dan ali abed (2017) pada penelitian *"water quality index for al-gharraf river, southern iraq"* dengan kajian hasil penelitian adalah sebagai penerapan indeks kualitas air yang menunjukkan pengaruh total faktor ekologi terhadap kualitas air permukaan yang mengevaluasi kualitas air sungai al-gharraf, cabang utama sungai tigris selatan iraq dengan 11 parameter yang dianalisis.

Penelitian yang kedua yaitu dian n handiani dan aida heriati pada penelitian *"analisis sebaran parameter kualitas air dan indeks pemcemaran di perairan teluk parepare-sulawesi selatan"* dengan kajian hasil penelitian adalah menganalisis sebaran spasial parameter kualitas air laut dan indeks pencemaran di perairan teluk parepare, serta sebagai upaya membantu pemerintah setempat melakukan pengawasan dan pengendalian pencemaran di perairan tersebut.

Penelitian ini memanfaatkan hasil *in situ* enam parameter (suhu, salinitas, pH, ammonia, timbal dan tembaga) di 28 stasiun pengamatan.

Penelitian yang ketiga yaitu prasetiyo wibisono pada penelitian *"rancang bangun sistem monitoring pencemaran air berdasarkan parameter TDS(total dissolved solids) dan kekeruhan"* dengan kajian hasil penelitian adalah merancang sebuah alat monitoring yang dapat mendeteksi dan mengetahui kondisi air yang layak digunakan dengan parameter total zat padatan dan kekeruhan air.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental di mana akan melakukan penelitian mengenai indeks pencemaran air di pesisir pantai cempae sesuai dengan parameter yang ditentukan yaitu Ph, TDS, dan *Turbidity*.

B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Pesisir Pantai Cempae, Kecamatan Soreang, Kota Parepare dan waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitan

No	Kegiatan	Waktu kegiatan											
		Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur												
2	Perancangan perangkat keras												
3	Perancangan perangkat lunak												
4	Realisasi perangkat keras												
5	Realisasi perangkat lunak												
6	Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak												
7	Pengujian												
8	Analisis hasil pengujian												
9	Pembuatan laporan hasil penelitian												

C. Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.2 Alat dan Bahan

N0.	Uraian	Jumlah
1	Arduino uno	1
2	Arduino nano	1
3	Sensor pH	1
4	Sensor TDS	1
5	Sensor Turbidity	1
6	LCD I2C 20x4	1
7	Lora E32 Ebyte	2
8	Micro sd adapter	1
9	step down converter	1
10	push button	3
11	Led	1

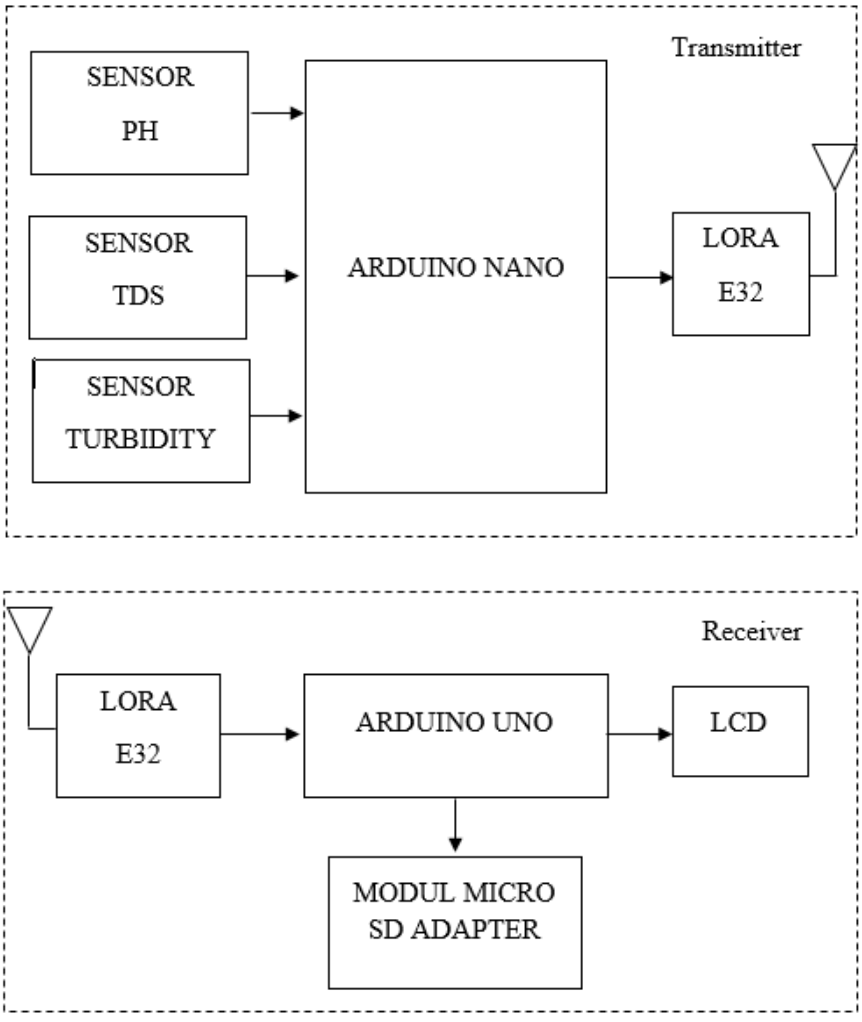
D. Rancangan Penelitian

Setelah mengetahui kebutuhan system, dasar-dasar ilmu serta teknologi yang akan digunakan, maka dilakukan beberapa langkah-langkah berikut yaitu perancangan sistem pengukuran indeks pencemaran air pada perairan parepare berbasis Lora.



Gambar 3.1 Desain Indeks Pencemaran

Berikut ini merupakan blok diagram sistem pengukuran indeks pencemaran air berbasis Lora.



Gambar 3.2 Blok diagram rancangan alat

Pada blok diagram di atas menawarkan suatu sistem akuisisi data menggunakan sensor yang dapat mendeteksi nilai pH, TDS, dan *Turbidity* secara *realtime.* Ketiga sensor diproses ke mikrokontroler dan dihubungkan ke LoRa sebagai pengirim (transmitter) setelah itu dikirmkan ke Lora penerima (receiver) dan diproses kembali oleh mikrokontroler. Setelah ketiga sensor mendeteksi masing-masing parameter, hasilnya akan ditampilkan di LCD secara realtime dan hasilnya akan di simpan di SD card modul data logger dan dapat ditransfer ke komputer / laptop.

E. Teknik pengumpulan data

Penelitian ini dilakukan beberapa tahapan antara lain:

1. Studi literature

Pengumpulan data serta informasi yang terdapat pada beberapa sumber referensi atau teori yang menjadi landasan teori yang mengenai perencanaan alat. Perencanaan alat disini yaitu gambaran dari rangkaian lora TX yang digabungkan dengan sensor dan dihubungkan dengan rangkaian lora RX yang digabungkan dengan lcd.

2. Perancangan dan Realisasi

Pada tahapan ini dilakukan proses perancangan dan realisasi alat. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat suatu rancangan perangkat keras sebagai acuan dalam membuat alat yang diinginkan. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat desain mekanik yang terdiri dari rangkaian lora TX dan rangkaian lora RX seperti *box kit* elektronik yang di dalamnya terdiri dari enam buah modul dan push button maupun led untuk rangkaian lora TX, sedangkan untuk lora RX

seperti box kit elektronik yang di dalamnya terdiri dari enam buah modul dan dua buah push button, serta pemasangan komponen seperti mikrokontoler dan penghubungan pin-pin. Kemudian yang dilakukan pada langkah kedua yaitu membuat rangcangan perangkat lunak berupa program yang mengguanakan aplikasi *arduino IDE* sebelum di input kedalam mikrokontroler.

3. Pengujian

Setelah melalui tahap perancangan mekanik, selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian tahap pertama dimulai dari pengujian kelayakan pada masing-masing komponen seperti kelayakan pakai pada *arduino Uno*, *arduino Nano*, seluruh sensor, LCD dan Lora. Pengujian tahap dua yaitu pengujian yang dilakukan sistem secara keseluruhan untuk mengetahui apakah semua komponen yang digunakan dapat berfungsi secara normal, seperti terbacanya nilai dari rangkaian TX ke rangkaian RX yang terbaca di LCD.

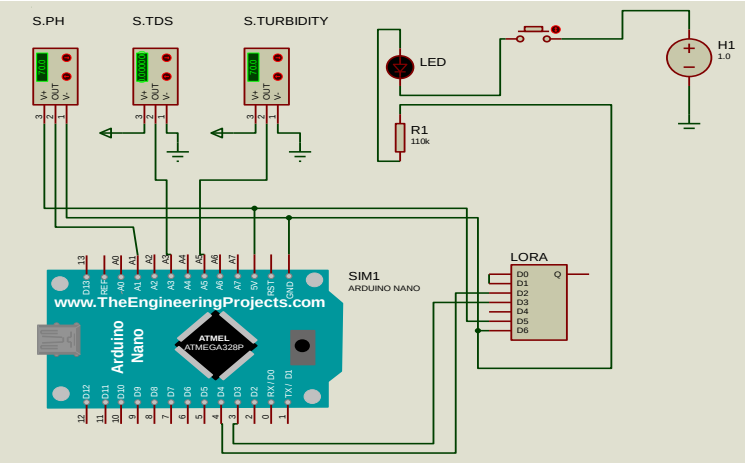
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

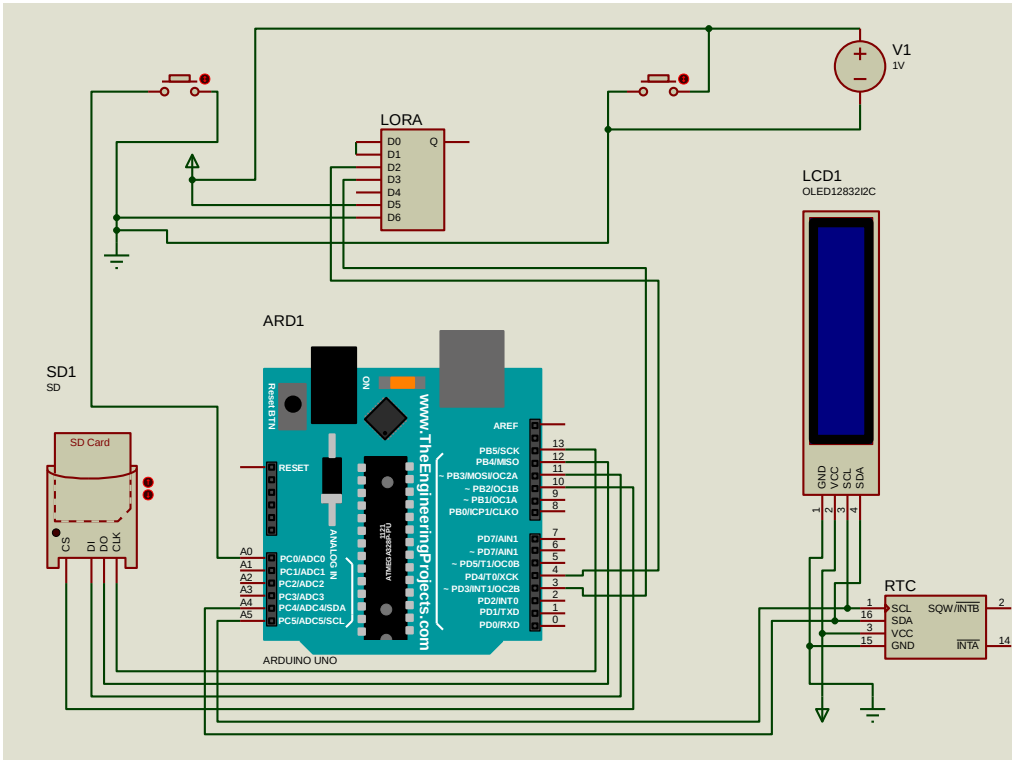
A. Rancangan Sistem

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada proses perancangan *hardware*, digunakan komponen-komponen perangkat keras yang saling terhubung satu sama lain. Perangkat keras yang di gunakan ada beberapa, yaitu dengan dua rangkaian yang berbeda. Rangkaian pengirim (TX) dan rangkaian penerima (RX). Perangkat keras yang digunakan Rangkaian TX, yaitu arduino nano yang berfungsi membaca sensor pH, TDS dan turbidity dan lora untuk mengirim data agar dapat mengukur pencemaran air dari air laut. Juga perangkat keras yang digunakan rangkaian RX, yaitu arduino uno yang berfungsi membaca data yang diterima dari lora TX ke lora RX. Memakai LCD 20x4 untuk memperlihatkan hasil nilai dari sensor dan data logger digunakan untuk menyimpan data yang terlihat di LCD.



Gambar 4.1 Rangkaian pengirim data sensor (TX)



Gambar 4.2 Rangkaian penerima dan data logger (RX)

Komponen perangkat keras yang digunakan terdiri dari:

1. Arduino nano berfungsi sebagai pengendali utama dalam memberi perintah pada setiap sensor yang digunakan untuk mengukur indeks pencemaran air, kemudian mengirim hasil data pembacaan ke arduino uno melalui lora TX.
2. Sensor pH berfungsi untuk mendeteksi keasaman yang ada didalam air.
3. Sensor TDS berfungsi untuk mendeteksi total zat padatan yang ada didalam air.
4. Sensor Turbidity berfungsi untuk mendeteksi kekeruhan yang ada didalam air.
5. Lora TX berfungsi mengirim hasil data pembacaan dari arduino nano ke lora RX arduino uno.
6. Lora RX berfungsi menerima hasil data pembacaan dari lora TX.

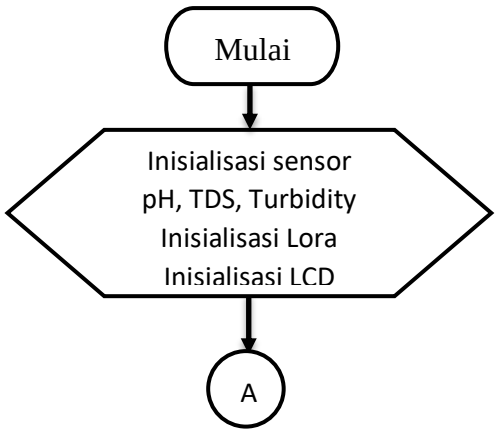
7. Arduino uno berfungsi memproses data dari lora RX kemudian mengirim ke lcd dan modul micro sd card untuk di tampilkan dan di simpan.
8. LCD 20x4 dan modul I2C berfungsi menampilkan hasil dari pembacaan sensor.
9. Modul *micro sd card* berfungsi menyimpan hasil data pembacaan.
10. *Push botton* berfungsi menyalakan atau mematikan rangkaian dan membaca data ke *micro sd card.*
11. RTC (*Real Time Clock*) berfungsi menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time.

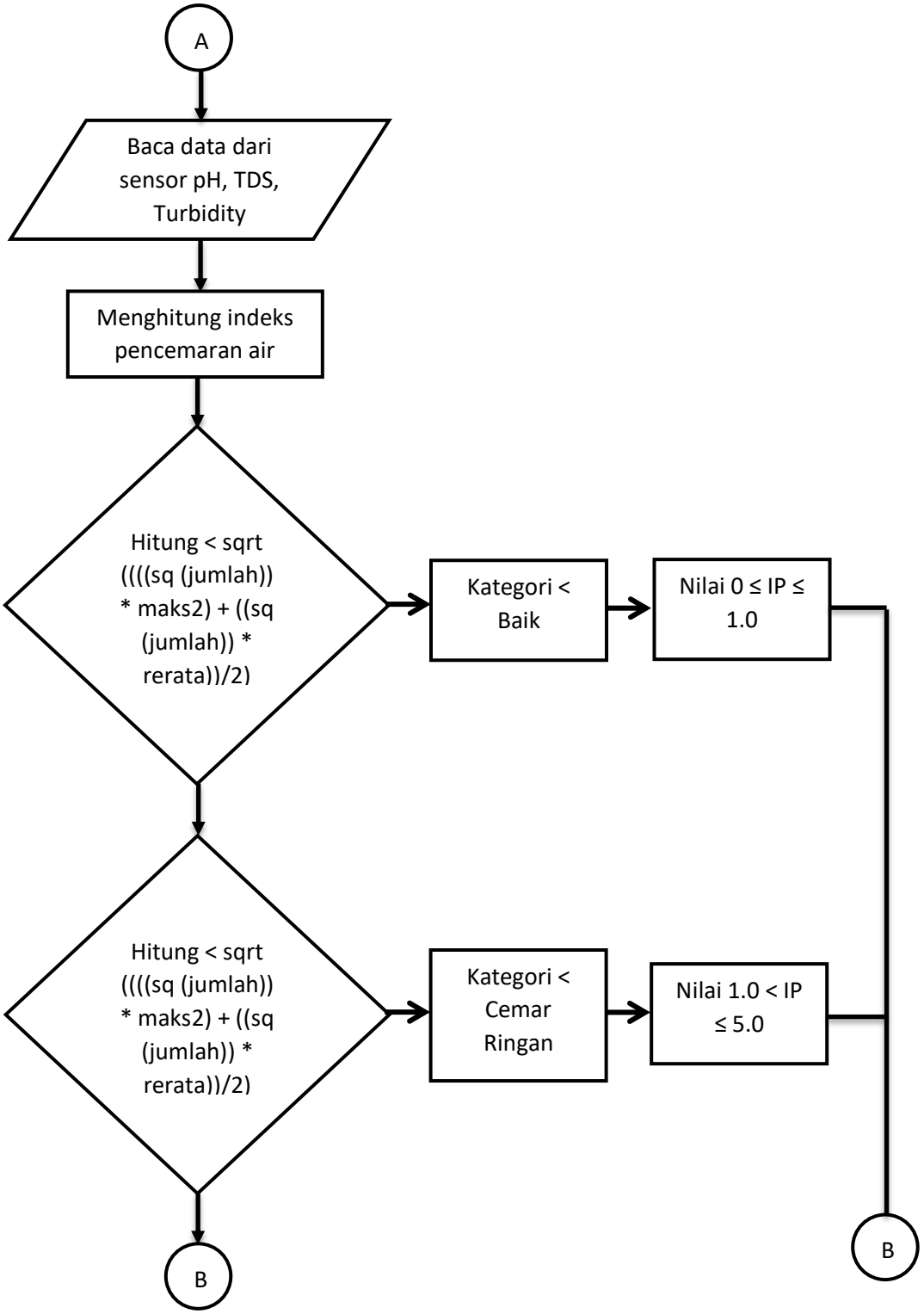
2. Perangkat lunak (*software*)

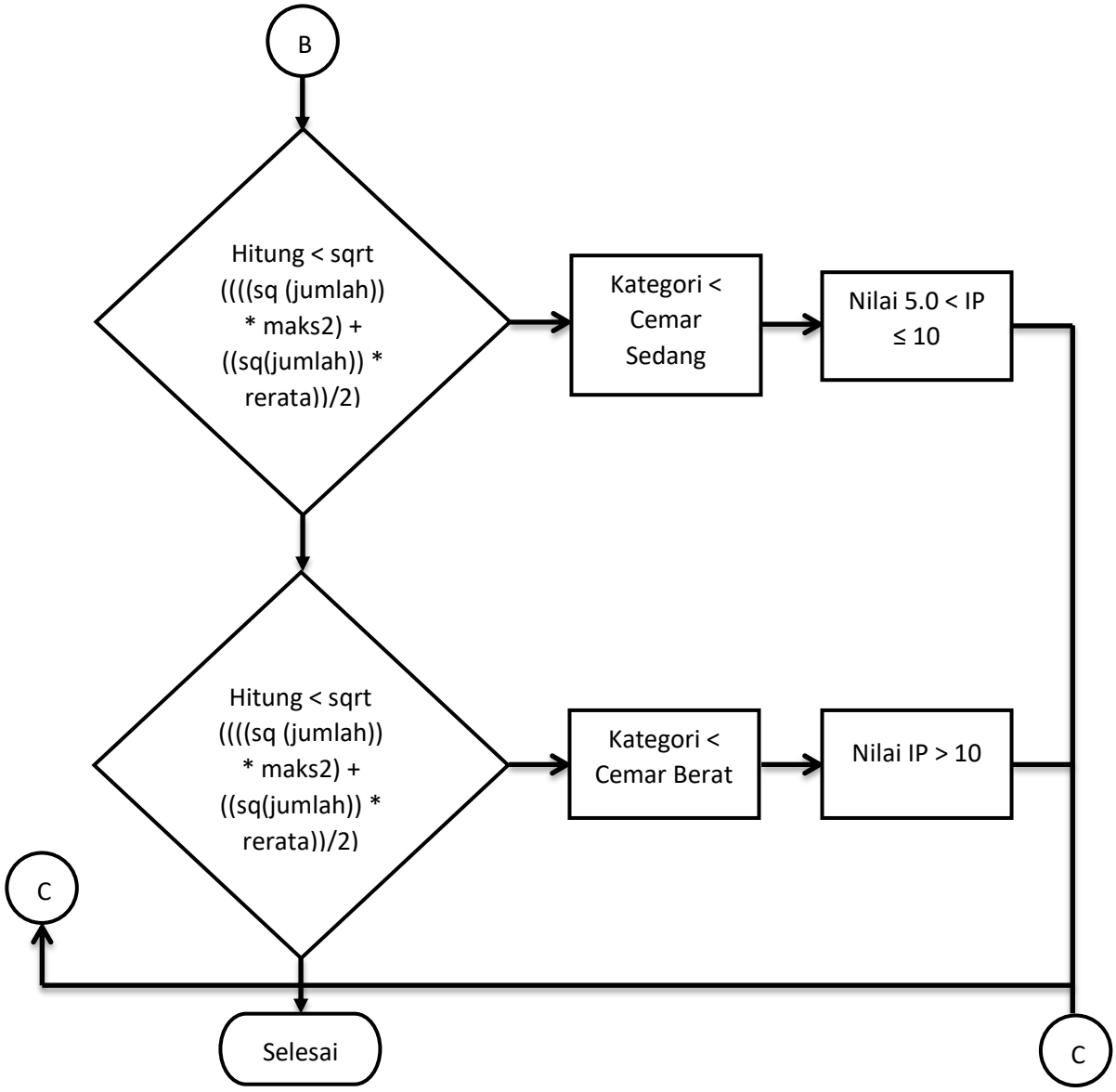
Dalam tugas akhir ini menggunakan aplikasi *IDE Arduino* yang mengontrol bagian perangkat lunak ini adalah bagian bagian pembuatan program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler yaitu berupa perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan.

a. *Flowchart*

Berikut adalah *flowchart* program pencemaran berbasis lora dibawah ini :




A
Baca data dari sensor pH, TDS, Turbidity
Menghitung indeks pencemaran air
Hitung < sqrt ((((sq (jumlah)) * maks2) + ((sq (jumlah)) * rerata))/2)
Kategori < Baik
Nilai 0 ≤ IP ≤ 1.0
Hitung < sqrt ((((sq (jumlah)) * maks2) + ((sq (jumlah)) * rerata))/2)
Kategori < Cemar Ringan
Nilai 1.0 < IP ≤ 5.0
B
B



Gambar 4.3 Flowchart Indeks pencemaran air

Langkah pertama yang dilakukan adalah memasukkan sensor ke dalam air sesuai yang ditentukan dan datanya akan terbaca. Kemudian data tersebut akan terkirim melalui lora TX dan terkirim ke lora RX dan datanya akan tersimpan di *micro sd card.* Kemudian data tersebut di tampilkan melalui hasil tampilan serial LCD dan menghasilkan tampilan data sensor PH, TDS, *Turbidity* dan indeks pencemaran.

b. Uraian program

Pembuatan perangkat lunak merupakan bagian dari pembuatan program yang dimasukkan kedalam mikrokontoler sebagai perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan ke alat. Adapun listing programnya sebagai berikut:

Program untuk rangkaian pengirim (TX):

1) Sketch untuk menampilkan pembacaan sensor PH mengukur tingkat keasaman.

```
#define pHSensor A1  //pH meter Analog output
#define Offset 0.00  //deviation compensate
#define LED 13
#define samplingInterval 20
#define printInterval 2000 //800
#define ArrayLenth  40    //times of collection
int pHArray[ArrayLenth];   //Store the average value of the sensor
feedback
int pHArrayIndex=0;
void setup(void){
pinMode(LED,OUTPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.println("pH meter experiment!");  //Test the serial monitor
}
void loop(void){
static unsigned long samplingTime = millis();
static unsigned long printTime = millis();
static float pHValue,voltage;
if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
{
pHArray[pHArrayIndex++]=analogRead(SensorPin);
if(pHArrayIndex==ArrayLenth)pHArrayIndex=0;
voltage = avergearray(pHArray, ArrayLenth)*5.0/1024;
pHValue = 3.5*voltage+Offset;
samplingTime=millis();
}
if(millis() - printTime > printInterval) //Every 800 milliseconds,
print a numerical, convert the state of the LED indicator
{
Serial.print("Voltage:");
Serial.print(voltage,2);
Serial.print("    pH value: ");
Serial.println(pHValue,2);
digitalWrite(LED,digitalRead(LED)^1);
printTime=millis();
}
}
```

```
double avergearray(int* arr, int number){
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;
  if(number<=0){
    Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
    return 0;
  }
  if(number<5){   //less than 5, calculated directly statistics
    for(i=0;i<number;i++){
      amount+=arr[i];
    }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }else{
    if(arr[0]<arr[1]){
      min = arr[0];max=arr[1];
    }
    else{
      min=arr[1];max=arr[0];
    }
    for(i=2;i<number;i++){
      if(arr[i]<min){
        amount+=min;        //arr<min
        min=arr[i];
      }else {
        if(arr[i]>max){
          amount+=max;    //arr>max
          max=arr[i];
        }else{
          amount+=arr[i]; //min<=arr<=max
        }
      }//if
    }//for
    avg = (double)amount/(number-2);
  }//if
  return avg;
}
```

Define berfungsi sebagai pin sinyal input dari sensor pH, serial begin() untuk memulai program, serial println berfungsi sebagai tampilan yang muncul di serial monitor. Void loop untuk menjalankan program yang telah diperintahkan yang nanti akan menerima data setelah menjalankan program dan melihat hasilnya di serial monitor. Pertama masukkan sensor pH ke dalam air setelah itu sambungkan dengan program arduino untuk melihat hasilnya di serial monitor.

2) Selanjutnya sketch sensor TDS mengukur total padatan terlarut.

```
#define TdsSensorPin A5
#define VREF 5.0      // analog reference voltage(Volt) of the ADC
#define SCOUNT  30           // sum of sample point
int analogBuffer[SCOUNT];    // store the analog value in the array,
read from ADC
int analogBufferTemp[SCOUNT];
int analogBufferIndex = 0,copyIndex = 0;
float averageVoltage = 0,tdsValue = 0,temperature = 25;
void setup(){
    Serial.begin(9600);
    pinMode(TdsSensorPin,INPUT);
}
void loop(){
   static unsigned long analogSampleTimepoint = millis();
   if(millis()-analogSampleTimepoint > 40U)     //every 40
milliseconds,read the analog value from the ADC
   {
     analogSampleTimepoint = millis();
     analogBuffer[analogBufferIndex] = analogRead(TdsSensorPin);
//read the analog value and store into the buffer
     analogBufferIndex++;
     if(analogBufferIndex == SCOUNT)
         analogBufferIndex = 0;
   }
   static unsigned long printTimepoint = millis();
   if(millis()-printTimepoint > 800U)
   {
      printTimepoint = millis();
      for(copyIndex=0;copyIndex<SCOUNT;copyIndex++)
        analogBufferTemp[copyIndex]= analogBuffer[copyIndex];
      averageVoltage = getMedianNum(analogBufferTemp,SCOUNT) *
(float)VREF / 1024.0; // read the analog value more stable by the
median filtering algorithm, and convert to voltage value
      float compensationCoefficient=1.0+0.02*(temperature-25.0);
//temperature compensation formula: fFinalResult(25^C) =
fFinalResult(current)/(1.0+0.02*(fTP-25.0));
      float
compensationVolatge=averageVoltage/compensationCoefficient;
//temperature compensation
tdsValue=(133.42*compensationVolatge*compensationVolatge*compensationV
olatge - 255.86*compensationVolatge*compensationVolatge +
857.39*compensationVolatge)*0.5; //convert voltage value to tds value
      //Serial.print("voltage:");
      //Serial.print(averageVoltage,2);
      //Serial.print("V   ");
      Serial.print("TDS Value:");
      Serial.print(tdsValue,0);
      Serial.println("ppm");
   }
}
```

```
int getMedianNum(int bArray[], int iFilterLen)
{
      int bTab[iFilterLen];
      for (byte i = 0; i<iFilterLen; i++)
      bTab[i] = bArray[i];
      int i, j, bTemp;
      for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
      {
      for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
          {
        if (bTab[i] > bTab[i + 1])
            {
        bTemp = bTab[i];
            bTab[i] = bTab[i + 1];
        bTab[i + 1] = bTemp;
         }
      }
      }
      if ((iFilterLen & 1) > 0)
    bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
      else
    bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
      return bTemp;
}
```

Define berfungsi sebagai pin sinyal input dari *arduino nano* ke sensor TDS, serial begin() untuk memulai program, pinmode di void setup itu sebagai pin analog TDS yang akan digunakan. Void loop untuk menjalankan program yang telah diperintahkan yang nanti akan menerima data setelah menjalankan program dan melihat hasilnya di serial monitor. Pertama unggah kode programnya, setelah itu masukkan sensor TDS ke dalam air lalu sambungkan dengan program arduino untuk melihat hasilnya di serial monitor. Nantinya di serial monitor akan menampilkan hasil dari sensor TDS tersebut.

3) Selanjutnya sketch sensor Turbidity mengukur kekeruhan

```
#define tbdSensor A3
float volt;
float ntu;

Void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
Void loop() {
   volt = 0;
    for(int i=0; i<800; i++){
        volt += ((float)analogRead(tbdSensor)/1023)*5;
    }
    volt = volt/800;
    volt = round_to_dp(volt,2);
    if(volt < 2.5) ntu = 3000;
    else ntu = -1120.4*square(volt)+5742.3*volt-4353.8;
   // Serial.println(" ntu : "+String(ntu,2));
}

float round_to_dp( float in_value, int decimal_place ){
  float multiplier = powf( 10.0f, decimal_place );
  in_value = roundf( in_value * multiplier ) / multiplier;
  return in_value;
}
```

Define berfungsi sebagai pin sinyal input dari *arduino nano* ke sensor Turbidity, serial.begin() berfungsi untuk memulai program. Void loop untuk menjalankan program yang telah diperintahkan yang nanti akan menerima data setelah menjalankan program dan melihat hasilnya di serial monitor. Tegangan analog keluaran dari sensor memiliki variasi yang sangat besar dan terlalu berisik untuk di ukur. Oleh karena itu saya mengambil 800 bacaan dan kemudian mengambil nilai rata-rata untuk dibaca. Dengan menggunakan rumus pada program di atas kita mengubah nilai tegangan menjadi nilai ntu. Jika pembacaan nilai tegangan berada dibawah 2.5V, ntu diatur ke 3000. Jadi 3000 adalah nilai ntu maksimumnya.

4) Selanjutnya indeks pencemaran (IP)

```
void indeksP() {
  float Ph = pHValue/7.5;
  float tds = tdsValue/1000;
  float ntuValue = ntu/3000;

  float jumlah = Ph + tds + ntuValue;
  float rerata = jumlah/3;
  float maks1 = max(Ph, tds);
  float maks2 = max(maks1, ntuValue);

  IP = sqrt((((sq(jumlah)) * maks2) + ((sq(jumlah)) * rerata))/2);
  //Serial.println(" IP : "+String(IP,4));
}
```

Pada void indeks p untuk ph nya diatur sesuai baku mutu begitu pun dengan TDS dan Turbidity. Dari hasil pembacaan sensornya akan menghasilkan nilai setelah dilakukan pengambilan data, setelah itu nilai tersebut akan di gabungkan untuk mendapat nilai indeks pencemaran nya. Dengan menggunakan rumus digital pada program yang tercantumkan di atas kita akan mendapatkan hasilnya di serial monitor dan juga LCD.

5) selanjutnya void Lora TX (pengirim)

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial loraSerial(3,4); //3->TX_Lora
String CNum="C1", CRX;
String dataTX= ""; //data kirim
String dataRX=""; //data terima
int counter = 0; //Lora initialization counter
unsigned int readingID = 0; //packet counter
//Initialize LoRa module
void startLoRA(){
  loraSerial.begin(9600);
  while (!loraSerial && counter < 10) {
    Serial.print(".");
    counter++; delay(100);
  }
  if(counter==10) {
     readingID++;
     Serial.println("Starting LoRa failed!");
  }
  Serial.println("LoRa Initialization OK!");
  delay(3000);
}
```

```
void kirimData() {
  dataTX = CNum+"~"+sPH+"#"+sNTU+"$"+sTDS+"%"+sIP+"*";
  loraSerial.print(dataTX); //Kirimkan ke receiver
  Serial.println("Baru Kirim : "+dataTX);
  Serial.println();
}

void terimaData() { //Receive from Server
  if(loraSerial.available()>0) {
     dataRX = loraSerial.readString(); // Read packet
     Serial.println("Terima dulu: "+dataRX);
    //format terima = C1~
    int pos1 = dataRX.indexOf('~');
    CRX = dataRX.substring(0, pos1);
    dataRX ="";
  }
  if(CNum==CRX) kirimData();
}
```

Pada void lora data untuk mengirim(TX) dan menerima(RX) untuk rangkaian TX nya. Untuk mengirim data akan ada perintah untuk menerima hasil data tersebut, seperti yang tercantum diatas untuk void kirim data diatas, ada perintah lora serial print(data TX) yang mengirim kepenerima yang berbentuk dataTX. Dan void terima data yaitu menerima data dari pengirim dengan kata “terima dulu”. Setelah data diterima akan langsung di kirim ke LCD untuk menampilkan nilai yang diterima oleh terima data(RX). Juga nilainya akan di simpan ke *Micro SD Card.*

Program untuk rangkaian penerima (RX)

1) Sketch tampilan utama lora(RX)

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
lcd.init(); lcd.setBacklight(100);
  startLoRA();
  pinMode(chipSelect, OUTPUT);
  pinMode(buttonRead, INPUT_PULLUP);
  pinMode(redLEDpin,OUTPUT);
  delay(100);
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print(F("Mencek Kartu SD "));
  delay(2000);
  if (SD.begin(chipSelect)) {
      lcd.setCursor(0,0); lcd.print(F(" Kartu SD SIAP  "));
  }
  else if (!SD.begin(chipSelect)) {
     lcd.setCursor(0,0); lcd.print(F("Kartu SD Error !"));
     while(1) {
       digitalWrite(redLEDpin, 1);delay(100);
       digitalWrite(redLEDpin, 0);delay(100);
     }
     return;
  }
  delay(2000);
  bacaRTC();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Mulai Mencatat : ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(hri+','+tgl+'-'+bln+'-'+thn);
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Jam : "+jam+':'+mnt+':'+dtk);
  delay(5000);
  myFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE); // Create/Open file
  if(!myFile) { //if the file isn't open, pop up an error
      lcd.setCursor(0,0); lcd.print(F("  File Error !  "));
      return;
  }
  if(myFile.size() == 0) { //jika file masih kosong
     myFile.println("No.   pH    ntu    TDS   IP     Waktu ");
     myFile.close();
  }
  else {
     myFile.println("");
     myFile.println("No.   pH    ntu    TDS   IP     Waktu ");
     myFile.close();
  }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(tgl+'-'+bln+'-'+thn+"    "+jam+':'+mnt+':'+dtk);
  displayData();
}
```

```
void loop() {
 bacaRTC();
 if(!digitalRead(buttonRead)&&!statusRead) { statusRead=1;
readText(); }
 if(digitalRead(buttonRead)&& statusRead) {
    statusRead=0; lcd.clear();
    displayData();
 }
 if(digitalRead(buttonRead)&& !statusRead) {
     lcd.setCursor(0,0);
     lcd.print(tgl+'-'+bln+'-'+thn+"    "+jam+':'+mnt+':'+dtk);

     kirimData();
     terimaData();
     displayData();

     lastT2=millis();
     if(lastT2-previousT2>limitT2 && sPH!="--- ") {
       simpanData();
       previousT2=lastT2;
     }
   }
}
```

Program diatas merupakan program lengkap dalam menerima data yang dikirim oleh pengirim(TX).

2) Selanjutnya void display data.

```
void displayData() {
   lcd.setCursor(0,1);  lcd.print(F("pH : ")); lcd.print(sPH);
   lcd.setCursor(10,1); lcd.print(F("TDS: ")); lcd.print(sTDS);
   lcd.setCursor(5,2);  lcd.print(F("NTU: ")); lcd.print(sNTU);
   lcd.setCursor(0,3);  lcd.print(F("IP : ")); lcd.print(sIP);
}
```

Pada void display diatas yaitu untuk menampilkan hasil nilai yang diterima pengirim dan di tampilkan di LCD. Untuk lcd setcursor(0,1) diatas adalah letak nilai pada lcd sewaktu ditampilkan, begitu pun dengan lcd setcursor lainnya.

3) Selanjutnya void simpan data.

```
void simpanData() {
   myFile=SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);

   if(myFile) {
      recordNum++;
      if(recordNum<10) sRN="00"+String(recordNum);
      else if(recordNum<100) sRN="0"+String(recordNum);
      else if(recordNum<1000) sRN=String(recordNum);

      lcd.setCursor(10,3); lcd.print("JD : "); lcd.print(sRN);
      myFile.println(sRN+"   "+sPH+"   "+sNTU+"   "+sTDS+"   "+sIP+"
"+
                  tgl+'-'+bln+'-'+thn+"   "+
                  jam+':'+mnt+':'+dtk);
      myFile.close();
      Serial.println(sRN+" Data tersimpan");
   }
   else { Serial.println(F("gagal buka file"));
          myFile.close();
   }
}
```

Pada program diatas yaitu untuk menyimpan data yang diperoleh dan akan tersimpan di *micro sd card*. Perintahnya itu jika tersimpan akan terbaca di lcd yaitu “data tersimpan”, dan jika gagal maka datanya tidak akan terbaca lalu akan mencoba untuk mengulang menyimpan kembali.

4) Selanjutnya void lora(RX).

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial loraSerial(3,4); // RX, TX
String sRN, sPH, sTDS, sNTU, sIP;
String CNum="C1", CRX;
String dataTX= ""; //data kirim
String dataRX=""; //data terima
int counter = 0; //Lora initialization counter
unsigned int readingID = 0; //packet counter

//Initialize LoRa module
void startLoRA() {
  loraSerial.begin(9600);
  while (!loraSerial && counter < 10) {
    loraSerial.print("."); counter++; delay(100);
  }
  if (counter >= 10) {
    Serial.println(F("Inisialisasi LoRa gagal!"));
  }
  Serial.println(F("Inisialisasi LoRa OK!"));
  delay(1000);
}
```

```
void kirimData() {
  dataTX = "C1~";
  loraSerial.print(dataTX); //Kirimkan LoRa packet ke receiver
  Serial.print(F("Kirim Dulu : ")); Serial.println(dataTX);
  delay(periodaData);
}

void terimaData() {
  if(loraSerial.available()>0) {
    dataRX = loraSerial.readStringUntil('*'); // Read packet
    //dataRX = CNum+'~'+sPH+'#'+sNTU+'$'+sTDS+'%'+sIP+'*';
    Serial.print(F("Baru Terima : ")); Serial.println(dataRX);
    previousT1=millis();
    int pos1 = dataRX.indexOf('~');
    int pos2 = dataRX.indexOf('#');
    int pos3 = dataRX.indexOf('$');
    int pos4 = dataRX.indexOf('%');
    int pos5 = dataRX.indexOf('*');
    CNum = dataRX.substring(0, pos1);
    if(CNum == "C1") {
       sPH = dataRX.substring(pos1+1, pos2);
       sNTU = dataRX.substring(pos2+1, pos3);
       sTDS = dataRX.substring(pos3+1, pos4);
       sIP = dataRX.substring(pos4+1, pos5);
    }
   loraSerial.readStringUntil(' '); //kosongkan buffer
  }
  else {
    lastT1=millis();
    if(lastT1-previousT1>limitT1) {
       sPH = "--- ";
       sNTU = "--- ";
       sTDS = "--- ";
       sIP = "--- ";
       Serial.println(F("Tidak Menerima DATA! \n"));
    }
  }
}
```

Pada void lora data menerima(RX) untuk rangkaian RX nya. Untuk void kirim data akan terbaca “kirim dulu” ditampilan lcd, sedangkan void terima data akan terbaca “baru terima” setelah menerima data oleh pengirim. Setelah data diterima akan langsung di kirim ke LCD untuk menampilkan nilai yang diterima oleh penerima data(RX), dan jika gagal maka tidak akan menerima data tersebut dan akan menerima jika datanya berhasil. Juga nilainya akan di simpan ke *Micro SD Card.*

5) Selanjutnya memasukkan baca RTC.

```
void bacaRTC() {
    switch (RTC.getWeek()) {
      case 1: hri = "Ahad";  break;
      case 2: hri = "Senin"; break;
      case 3: hri = "Selasa"; break;
      case 4: hri = "Rabu";  break;
      case 5: hri = "Kamis"; break;
      case 6: hri = "Jum'at"; break;
      case 7: hri = "Sabtu"; break;
    }
    tgl=String(RTC.getDay());
    if(RTC.getDay()<10) tgl="0"+String(RTC.getDay());
    bln= String(RTC.getMonth());
    if(RTC.getMonth()<10) bln="0"+String(RTC.getMonth());
    thn= String(RTC.getYear()-2000);

    jam= String(RTC.getHours());
    if(RTC.getHours()<10) jam= "0"+String(RTC.getHours());
    mnt= String(RTC.getMinutes());
    if(RTC.getMinutes()<10) mnt= "0"+String(RTC.getMinutes());
    dtk= String(RTC.getSeconds());
    if(RTC.getSeconds()<10) dtk= "0"+String(RTC.getSeconds());
}
```

Pada void baca rtc diatas adalah untuk mengatur waktu setiap saat, saat pengambilan data yang akan diambil dan akan ditampilkan di layar LCD.

B. Pengujian

1. Pengujian *Potential Hydrogen* (pH) / derajat keasaman

Rangkai atau hubungkan sensor pH ke arduino nano menggunakan kabel jamper dan jangan lupa mencelupkannya ke dalam air yang sudah diberi cairan penurun pH setelah itu masukkan program sensor pH ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka pembacaan sensor pH dapat dilihat di serial monitor. Pengujiannya dilakukan sebanyak lima kali dengan tiga jumlah tetesan yang diberikan. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium dengan uji derajat keasaman didapatkan hasil pengujian pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil data pengujian sensor pH dan pH meter

Jumlah Tetesan	Pengujian Ke-	Hasil Pembacaan Sensor pH	Hasil Pembacaan pH meter
1	1	7,34	7,3
	2	7,34	7,3
	3	7,34	7,3
	4	7,34	7,3
	5	7,34	7,3
2	1	7,28	7,1
	2	7,28	7,1
	3	7,28	7,1
	4	7,28	7,1
	5	7,28	7,1
3	1	7,16	7,0
	2	7,16	7,0
	3	7,16	7,0

	4	7,16	7,0
	5	7,16	7,0

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada tiga jumlah tetesan dilakukan lima kali percobaan per tetesan, total pecobaan sebanyak lima belas kali. Pada tetesan pertama dengan pengujian pertama sampai ke lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter nya sama yaitu 7.34 dan 7.3. Pada tetesan tiga dengan pengujian pertama sampai lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter 7.16 dan 7.0. Dari hasil diatas maka pengujian akan semakin turun jika setiap jumlah tetesan nya bertambah. Dari lima belas pengujian hasil pembacaan sensor pH dan pH meter, pengujian paling tinggi yaitu pada tetesan pertama 7.34 dan 7.3.

2. Pengujian *Turbidity* / kekeruhan

Rangkai atau hubungkan sensor *turbidity* ke arduino nano menggunakan kabel jamper dan jangan lupa mencelupkannya ke air yang sudah diberi kopi setelah itu masukkan program sensor *turbidity* ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka pembacaan sensor *turbidity* dapat dilihat di serial monitor. Pengujiannya dilakukan sebanyak lima kali dengan tiga jumlah takaran dan volume air yang berbeda yaitu 150 ml, 250 ml dan 300 ml yang dilakukan secara berulang. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium dengan uji kekeruhan didapatkan hasil pengujian pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil data pengujian tegangan sensor kekeruhan

Takaran	Volume Air	Pengujian Ke	Tegangan	*Turbidity*
1	150 ml	1	4,70 V	2045
		2	4,56 V	2015
		3	4,18 V	1993
		4	3,85 V	1791
		5	3,62 V	1480
	250 ml	1	4,65 V	2027
		2	4,43 V	2008
		3	4,09 V	1899
		4	3,71 V	1636
		5	3,54 V	1384
	300 ml	1	4,54 V	2019
		2	4,38 V	1997
		3	4,01 V	1884
		4	3,64 V	1619
		5	3,43 V	1276
2	150 ml	1	4,37 V	2007
		2	4,19 V	1873
		3	3,94 V	1729
		4	3,75 V	1678
		5	3,52 V	1452
	250 ml	1	4,27 V	1995
		2	4,04 V	1815
		3	3,82 V	1679
		4	3,68 V	1568
		5	3,41 V	1441
	300 ml	1	4,15 V	1951
		2	3,83 V	1783
		3	3,67 V	1567
		4	3,42 V	1442

		5	3,26 V	1326
3	150 ml	1	4,07 V	1897
		2	3,92 V	1829
		3	3,73 V	1673
		4	3,67 V	1567
		5	3,39 V	1439
	250 ml	1	4,02 V	1892
		2	3,88 V	1788
		3	3,65 V	1565
		4	3,59 V	1459
		5	3,37 V	1437
	300 ml	1	3,92 V	1882
		2	3,82 V	1782
		3	3,56 V	1456
		4	3,44 V	1344
		5	3,27 V	1227

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada tiga jumlah takaran dilakukan lima kali percobaan setiap volume air yang diberikan. Pada takaran pertama dengan volume air 150 ml percobaan pertama yaitu dengan tengangan 4.70 v dan *turbidity* sebesar 2045. Semakin tinggi tegangan yang terbaca maka semakin keruh air yang di uji dengan catatan volume air yang rendah dan *turbidity* nya semakin besar pula.

3. Pengujian *Total Dissolved Solid (TDS)* / total padat terlarut

Rangkai atau hubungkan sensor TDS ke arduino nano menggunakan kabel jamper dan jangan lupa mencelupkannya ke air yang sudah diberi garam halus setelah itu masukkan program sensor TDS ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka pembacaan sensor TDS dapat

dilihat di serial monitor. Pengujiannya dilakukan sebanyak lima kali dengan tiga jumlah takaran dan volume air yang berbeda yaitu 350 ml, 400 ml dan 450 ml yang dilakukan secara berulang. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium dengan uji kekeruhan didapatkan hasil pengujian pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil data pengujian sensor TDS dan TDS meter

Takaran	Volume Air	Pengujian Ke	Hasil Pembacaan Sensor TDS	Hasil Pembacaan TDS Meter
1	350 ml	1	412 ppm	431 ppm
		2	604 ppm	626 ppm
		3	789 ppm	813 ppm
		4	877 ppm	887 ppm
		5	980 ppm	995 ppm
	400 ml	1	369 ppm	377 ppm
		2	691 ppm	670 ppm
		3	947 ppm	990 ppm
		4	1004 ppm	-
		5	1023 ppm	-
	450 ml	1	348 ppm	357 ppm
		2	709 ppm	733 ppm
		3	980 ppm	998 ppm
		4	1018 ppm	-
		5	1112 ppm	-
2	350 ml	1	422 ppm	431 ppm
		2	658 ppm	664 ppm
		3	788 ppm	798 ppm
		4	887 ppm	892 ppm
		5	993 ppm	-
	400 ml	1	369 ppm	379 ppm

Takaran	Volume Air	Pengujian Ke	Hasil Pembacaan Sensor TDS	Hasil Pembacaan TDS Meter
		2	597 ppm	613 ppm
		3	784 ppm	799 ppm
		4	998 ppm	-
		5	1029 ppm	-
	450 ml	1	361 ppm	383 ppm
		2	689 ppm	702 ppm
		3	896 ppm	925 ppm
		4	1027 ppm	-
		5	1129 ppm	-
3	350 ml	1	432 ppm	440 ppm
		2	667 ppm	683 ppm
		3	798 ppm	815 ppm
		4	894 ppm	992 ppm
		5	997 ppm	-
	400 ml	1	394 ppm	419 ppm
		2	637 ppm	653 ppm
		3	792 ppm	829 ppm
		4	1015 ppm	-
		5	1069 ppm	-
	450 ml	1	374 ppm	391 ppm
		2	695 ppm	718 ppm
		3	892 ppm	927 ppm
		4	1031 ppm	-
		5	1146	-

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada tiga jumlah takaran dilakukan lima kali percobaan setiap volume air yang diberikan. Pada takaran pertama dengan volume air 350 ml percobaan pertama hasil pembacaan sensor TDS dan TDS meter 412 ppm dan 431 ppm. Semakin

tinggi pembacaan sensor TDS maka pembacaan pada TDS meter akan melebihi pembacaan di sensor dan TDS meter yang terbaca adalah 102x10 dengan nilai tersebut yang sudah melewati TDS meter.

4. Pengujian Indeks Pencemaran Air (IP)

Rangkai atau hubungkan sensor pH, *turbidity*, TDS ke arduino nano menggunakan kabel jamper dan jangan lupa mencelupkannya ke air yang sudah diberi kopi, cairan penurun pH, dan garam halus setelah itu masukkan program IP ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka pembacaan ketiga sensor dapat dilihat di serial monitor dan untuk IP yaitu dengan menghubungkannya ke microsoft excel untuk mendapatkan nilai IP dengan cara membuatkannya rumus di excel agar sama seperti tabel di bawah, Pengujiannya dilakukan sebanyak tiga kali. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium dengan uji indeks pencemaran didapatkan hasil pengujian pada tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4.1 Hasil data indeks pencemaran kategori cemar ringan

Parameter	**Ci**	**Lix**	**Ci/Lix**	**Ci/Lix baru**
pH	7,6	6-9	-0,06667	-0,067
TDS	480,826	1000	0,480826	0,481
Turbidity	2876,3	3000	0,958767	0,959
Jumlah				1,373
Rata-rata				0,458
Maksimum				0,959
IP				1,155
Keterangan			CEMAR RINGAN	

Tabel 4.4.2 Hasil data indeks pencemaran kategori baik

Parameter	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
pH	7,4	6-9	0,066666667	0,067
TDS	198,57	1000	0,19857	0,199
Turbidity	1029,74	3000	0,343246667	0,343
Jumlah				0,608
Rata-rata				0,203
Maksimum				0,343
IP				0,318
Keterangan			BAIK	

Tabel 4.4.3 Hasil data indeks pencemaran kategori cemar sedang

Parameter	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
pH	8,5	6-9	-0,66667	-0,667
TDS	1149,258	1000	1,149258	1,149
Turbidity	9486,98	3000	3,162327	3,162
Jumlah				3,645
Rata-rata				1,215
Maksimum				3,162
Pij				5,392
Keterangan			CEMAR SEDANG	

Berdasarkan pada 3 tabel diatas menunjukkan bahwa indeks pencemaran masuk kategori cemar ringan, baik dan cemar sedang dengan tiga parameter pH, TDS dan Turbidity mendapat nilai indeks pencemaran air senilai 1.155 untuk cemar ringan, 0.318 untuk baik dan 5.392 untuk cemar sedang. Dari nilai indeks pencemaran yang menunjukkan pada 3 tabel parameter *potential Hydrogen* (pH) mendapat nilai mines jika melebihi 7.5 karena jumlah tetesan tidak memakai takaran yang sesuai. Berikut cara menghitung IP di bawah ini:

$$IP = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)2_M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)2_R}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0{,}608)2_{(0.343)} + (0{,}608)2_{(0{,}203)}}{2}}$$

$$= \sqrt{0{,}100918272}$$

= 0,3176 dibulatkan jadi:

IP = 0,318

5. Pengujian Jarak Terbaca Lora

Sambungkan antena lora pada alat setelah itu jauhkan lora tx dan rx untuk memulai mengukur jarak pada lokasi disimpannya lora tx di depan laboratorium elektro dan lora rx di depan kantor polsek soreang, kemudian hasilnya dapat dilihat melalui google maps karna pengukuran jaraknya memakai google maps agar lebih mudah di ukur jaraknya. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di depan laboratorium elektro dengan uji jarak pembacaan lora didapatkan gambar pengambilan jarak lora dan hasil pengujian pada tabel 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.4 Pengujian jarak lora

Berikut adalah tabel pengujian jarak lora dibawah ini:

Tabel 4.5 Pengujian jarak lora

No.	Pengujian lora		
	Jarak	**Terbaca**	**Tidak Terbaca**
01	400 m	✓	×
02	500 m	✓	×
03	600 m	✓	×
04	800 m	×	✓
05	1 km	×	✓
06	1.1 km	×	✓

Pada tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa lora masih dapat berfungsi jika jaraknya masih di bawah 3 km, sedangkan jika sudah melewati jarak 3 km maka loranya tidak akan berfungsi. Berikut gambar pengujian lora di bawah ini.

6. Hasil Data Keseluruhan Penelitian

Sambungkan antena lora pada alat setelah itu bawa lora tx ke pinggir pantai lalu celupkan ketiga sensor berupa pH, *turbidity*, dan TDS ke air laut setelah itu tunggu sampai alat menyimpan data sebanyak dua puluh lima kali dan dikirim ke lora rx yang berada di darat untuk menyimpannya ke *sd card* dan juga ditampilkan di lcd. Dari hasil data penelitian yang dilakukan di lokasi dengan uji keseluruhan alat didapatkan gambar dan hasil nilai pada tabel 4.6 di bawah ini.



Gambar diatas mengumpulkan data dari laut untuk di kirim ke darat pada saat kondisi air laut pasang



Gambar diatas menampilkan data yang dihasilkan dari laut untuk di darat

Gambar 4.5 Hasil pengambilan data kondisi pasang

Tabel 4.6 Hasil data keseluruhan penelitian pada saat pasang

No.	pH	Ntu	TDS	IP	Kategori	Waktu	
1	6.3	356	1160.9	1.14	Cemar ringan	09-03-24	10:42:23
2	6.4	1118	1179.1	1.43	Cemar ringan	09-03-24	10:43:26
3	6.3	940	1179.1	1.37	Cemar ringan	09-03-24	10:44:30
4	6.3	753	1179.1	1.30	Cemar ringan	09-03-24	10:45:34
5	6.4	878	1179.1	1.34	Cemar ringan	09-03-24	10:46:37
6	6.3	940	1179.1	1.37	Cemar ringan	09-03-24	10:47:41
7	6.3	970	1179.1	1.38	Cemar ringan	09-03-24	10:48:45
8	6.4	785	1188.4	1.33	Cemar ringan	09-03-24	10:49:48
9	6.5	878	1183.7	1.35	Cemar ringan	09-03-24	10:50:52
10	6.5	940	1183.7	1.37	Cemar ringan	09-03-24	10:51:55
11	6.4	1030	1183.7	1.40	Cemar ringan	09-03-24	10:52:59
12	6.4	1000	1179.1	1.39	Cemar ringan	09-03-24	10:54:03

13	6.4	1089	1183.7	1.43	Cemar ringan	09-03-24	10:55:06
14	6.4	216	1179.1	1.12	Cemar ringan	09-03-24	10:56:10
15	6.4	390	1174.6	1.17	Cemar ringan	09-03-24	10:57:14
16	6.4	847	1183.7	1.34	Cemar ringan	09-03-24	10:58:17
17	6.3	721	1183.7	1.30	Cemar ringan	09-03-24	10:59:21
18	6.4	816	1179.1	1.32	Cemar ringan	09-03-24	11:00:24
19	6.5	492	1183.7	1.22	Cemar ringan	09-03-24	11:01:28
20	6.1	3000	1179.1	2.13	Cemar ringan	09-03-24	11:08:13
21	6.0	3000	1160.9	2.10	Cemar ringan	09-03-24	11:09:16
22	5.9	3000	1015.9	1.85	Cemar ringan	09-03-24	11:10:20
23	6.0	3000	942.3	1.76	Cemar ringan	09-03-24	11:11:23
24	5.9	3000	870.3	1.69	Cemar ringan	09-03-24	11:12:27
25	5.9	3000	793.5	1.57	Cemar ringan	09-03-24	11:13:32

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai pH, *turbidity* dan TDS maka IP akan semakin tinggi(tercemar). Contohnya pH 6.1, *turbidity* 3000 dan TDS 1179.1 dengan IP yaitu 2.13 masuk kategori tercemar ringan pada saat kondisi dalam keadaan pasang.



Gambar diatas menampilkan data yang dihasilkan dari laut untuk di darat



Gambar diatas mengumpulkan data dari laut untuk di kirim ke darat pada saat kondisi air laut surut

Gambar 4.6 Hasil pengambilan data kondisi surut

Tabel 4.6.1 Hasil data keseluruhan penelitian pada saat surut

No.	pH	ntu	TDS	IP	Kategori	Waktu	
1	7.1	2668	1188.4	2.01	Cemar ringan	19-04-24	06:31:32
2	7.0	73	1188.4	1.08	Cemar ringan	19-04-24	06:32:35
3	7.0	321	1183.7	1.16	Cemar ringan	19-04-24	06:33:37
4	7.0	2727	1183.7	2.03	Cemar ringan	19-04-24	06:34:40
5	6.9	657	1183.7	1.27	Cemar ringan	19-04-24	06:35:44
6	7.0	1844	1193.0	1.71	Cemar ringan	19-04-24	06:36:48
7	6.8	2309	1188.4	1.88	Cemar ringan	19-04-24	06:37:51
8	6.9	2534	1183.7	1.96	Cemar ringan	19-04-24	06:38:55
9	6.9	1477	1183.7	1.56	Cemar ringan	19-04-24	06:39:59
10	6.8	2549	1188.4	1.97	Cemar ringan	19-04-24	06:41:02
11	6.8	1371	1183.7	1.53	Cemar ringan	19-04-24	06:42:06
12	6.8	2273	1188.4	1.87	Cemar ringan	19-04-24	06:43:10
13	6.7	1232	1183.7	1.48	Cemar ringan	19-04-24	06:44:14
14	6.7	1605	1183.7	1.61	Cemar ringan	19-04-24	06:45:17
15	6.7	2411	1188.4	1.92	Cemar ringan	19-04-24	06:46:21
16	6.7	1451	1183.7	1.55	Cemar ringan	19-04-24	06:47:25
17	6.7	2591	1183.7	1.98	Cemar ringan	19-04-24	06:48:28
18	6.7	1261	1188.4	1.49	Cemar ringan	19-04-24	06:49:32
19	6.6	145	1188.4	1.11	Cemar ringan	19-04-24	06:50:36
20	6.6	847	1188.4	1.35	Cemar ringan	19-04-24	06:51:39
21	6.5	2884	1183.7	2.09	Cemar ringan	19-04-24	07:02:44
22	6.6	2692	1183.7	2.02	Cemar ringan	19-04-24	07:03:48
23	6.5	3000	1183.7	2.13	Cemar ringan	19-04-24	07:04:52
24	6.5	2827	1188.4	2.08	Cemar ringan	19-04-24	07:05:55
25	6.5	2827	1179.1	2.06	Cemar ringan	19-04-24	07:06:59

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai pH, *turbidity* dan TDS maka IP nya juga akan semakin tinggi(tercemar). Contohnya

pH 6.5, *turbidity* 3000 dan TDS 1183.7 dengan IP yaitu 2.13 masuk kategori tercemar ringan pada saat kondisi dalam keadaan surut.

7. Pengiriman Data ke Datalogger *Micro SD Card*

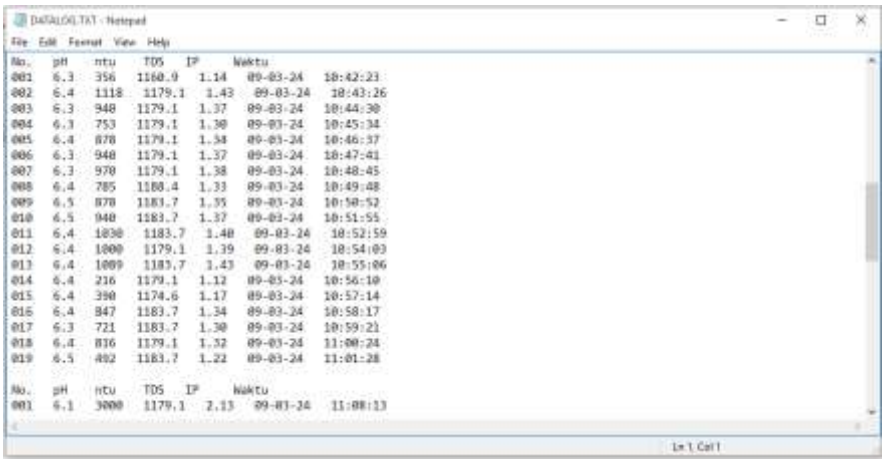
Dari hasil pengiriman data ke logger didapatkan proses menyimpan data di *sd card* dan menampilkan data yang ada di *sd card* berikut gambar A. Pada saat kartu sd siap untuk menyimpan, lalu gambar B. Mulai mencatat dan menyimpan data di *sd card*, setelah data tersimpan maka kita akan mecabut *sd card* dari alat penelitian dan akan dihubungkan ke laptop yang mempunyai tempat untuk memasukkan kartu. Setelah kartu tersambung di laptop maka cari file dengan nama "DATALOG.TXT" lalu klik dan buka file itu untuk melihat data yang telah tersimpan di dalam file tersebut. Berikut gambar A, B dan file datalog.txt di bawah ini:



Gambar 4.7 Pada saat kartu sd siap untuk menyimpan



Gambar 4.8 Mulai mencatat dan menyimpan data di *sd card*



No.	pH	ntu	TDS	IP	Waktu
001	6.3	356	1160.9	1.14	09-03-24 10:42:23
002	6.4	1118	1179.1	1.43	09-03-24 10:43:26
003	6.3	948	1179.1	1.37	09-03-24 10:44:30
004	6.3	753	1179.1	1.30	09-03-24 10:45:34
005	6.4	878	1179.1	1.34	09-03-24 10:46:37
006	6.3	948	1179.1	1.37	09-03-24 10:47:41
007	6.3	970	1179.1	1.38	09-03-24 10:48:45
008	6.4	785	1180.4	1.33	09-03-24 10:49:48
009	6.5	870	1183.7	1.35	09-03-24 10:50:52
010	6.5	940	1183.7	1.37	09-03-24 10:51:55
011	6.4	1030	1183.7	1.40	09-03-24 10:52:59
012	6.4	1000	1179.1	1.39	09-03-24 10:54:03
013	6.4	1009	1183.7	1.43	09-03-24 10:55:06
014	6.4	216	1179.1	1.12	09-03-24 10:56:10
015	6.4	390	1174.6	1.17	09-03-24 10:57:14
016	6.4	847	1183.7	1.34	09-03-24 10:58:17
017	6.3	721	1183.7	1.30	09-03-24 10:59:21
018	6.4	816	1179.1	1.32	09-03-24 11:00:24
019	6.5	402	1183.7	1.22	09-03-24 11:01:28

No.	pH	ntu	TDS	IP	Waktu
001	6.1	3000	1179.1	2.13	09-03-24 11:08:13

Gambar 4.9 Tampilan datalog di *sd card*



Gambar diatas menampilkan data yang dihasilkan dari laut untuk di darat

Tabel 4.7 Data tambahan indeks pencemaran air

No.	pH	ntu	TDS	IP	Kategori	waktu	
1	7.2	2969	8.3	0.81	Baik	08-06-24	06:28:13
2	7.3	3000	1183.	2.14	Cemar ringan	08-06-24	06:30:21
3	7.4	2563	1183.	1.97	Cemar ringan	08-06-24	06:36:53
4	7.4	3003	1183.	2.14	Cemar ringan	08-06-24	07:55:22
5	7.3	3003	1183.	2.14	Cemar ringan	08-06-24	08:03:10

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pada saat ketiga sensor belum tercelup ke air laut maka data IP 0.81 ketegori baik, setelah tercelup data nya berubah dengan nilai IP 2.14 kategori tercemar ringan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisis maka diambil kesimpulan bahwa dalam perancangan sistem akuisisi data untuk pengukuran indeks pencemaran air berbasis lora sebagai berikut:

1. Pada hasil pengujian sensor pH terdapat 3 jumlah tetesan yang di campurkan pada air, pengujian yang tertinggi yaitu pada tetesan pertama 7.34 dengan nilai ph meter 7.3. Semakin banyak jumlah tetesan yang diberikan maka akan semakin rendah nilainya.
2. Pada hasil pengujian sensor *turbidity* terdapat 3 takaran yang di campurkan pada air, pengujian yang terkeruh yaitu pada takaran pertama dengan tegangan 4.70 V dan nilai keruhnya 2045. Semakin tinggi tegangan pada saat pengujian maka nilai keruhnya semakin tinggi.
3. Pada hasil pengujian sensor TDS terdapat 3 takaran yang di campurkan pada air, pengujian terendah yaitu pada takaran pertama dengan nilai terendah yaitu 412 ppm dan nilai TDS meter 431 ppm. Sedangkan pengujian tertinggi terdapat pada takaran ketiga yaitu 1146 ppm dan nilai TDS meternya sudah melebihi alat ukur meternya. Semakin banyak

takaran yang diberikan maka akan semakin tinggi nilai TDS yang didapatkan.

4. Pada hasil pengujian IP di dapatkan hasil yaitu 1.155 dengan keterangan tercemar ringan. Semakin tinggi nilai sensor yang di dapatkan pada pengujian maka nilai IP akan semakin tercemar.
5. Pada hasil pengujian keseluruhan alat yaitu sensor pH 6.1, sensor *turbidity* 3000, sensor TDS 1179.1 dan IP nya 2.13 dengan kategori cemar ringan. Pada saat pengujian di lokasi terdapat dua kondisi pengambilan data yaitu pada saat kondisi pasang (air laut naik) dengan IP yang di dapatkan adalah 1.14 kategori tercemar ringan dan pada saat kondisi surut (air laut turun) dengan IP yang didapatkan adalah 2.01 kategori tercemar ringan. Jadi perbandingannya yaitu pada saat pasang indeks pencemarannya rendah, beda dengan saat air surut indeks pencemarannya sedikit di atas pada saat pasang.

B. Saran

Dari hasil laporan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan memungkinkan untuk pengembangan lebih lanjut. Oleh karna itu penulis merasa perlu untuk meberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya, sebaiknya alat ini melakukan pengembangan dalam berbasis IOT supaya data nya bisa terlihat di hp dan tidak melihat lagi di LCD alat tersebut.
2. Untuk peneliti selanjutnya, sebaiknya menambahkan parameter atau sensor supaya hasilnya lebih akurat lagi.

3. Untuk peneliti selanjutnya, sebaiknya menguji jarak loranya lebih akurat lagi agar dapat mengetahui jarak pasti berapa maksimal loranya bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

Akip, S. (2016). *Pengukur kadar keasaman dan kekeruhan air berbasis arduino.* Skripsi tidak dipublikasikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Ariska, F., Hadi, I., & Lindawati. (2019). *Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Air Berbasis Android.* Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019, 173–176.

Bande, P. N., Elektronika, D. T., & Maharashtra, I. T. (2016). *SURVEI SENSOR PENGUKURAN KUALITAS AIR*. 161–165.

Delwizar, M. A., Arsenly, A., Irawan, H., Jodiansyah, M., & Utomo, R. M. (2021). *Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Kejernihan Air Dengan Sensor Turbidity Pada Tandon Berbasis IoT.* Jurnal Teknologi Elektro, 12(3), 106.

Dfrobot. (2018). *Gravity: analog tds sensor/ meter for arduino.* Diperoleh dari: @ www.dfrobot.com/product- 1662.html. (Diakses 24 Juli 2018).

Geost, F. (2017). *pencemaran-laut-dan-sumber-penyebabnya*. Diperoleh dari*: @* www.geologinesia.com. (Diakses 14 Oktober 2017).

Handiani, D. N., & Heriati, A. (2020). *Analisis Sebaran Parameter Kualitas Air dan Indeks Pencemaran di Perairan Teluk Parepare-Sulawesi Selatan*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 18(2), 272–282.

Husein, S., & Abed, S. A. (2017). *Jurnal Penelitian Perairan Mesir Indeks kualitas air untuk Sungai Al-Gharraf , Irak selatan*. *43*, 117–122.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2003). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.* Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1–15.

Nabawi, I. (2019). *Pengembangan Sistem Pengaturan ParkirBerbasis Radio Frequency Identification (Rfid)Sebagai Media PembelajaranMata Kuliah Praktik Mikrokontroler*. 23–25.

NOVARIA, M. (2017). *jenis-jenis arduino*. *328*, 5–21.

Perdana, Wisnu, A. (2019). *Alat Pemantau Kondisi Seorang Gamer*. 5–15.

Permenkes RI, nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, *tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. (2017). Permenkes No. 416 Tahun 1990 Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.* Hukum Online, (416), 1–16.

Prastyo, E. A. (2020). *turbidity-sensor-kekeruhan-air-sen0189.* Diperoleh dari: @ *www.edukasielektronika.com*. (Diakses 11 November 2020).

Riyadi, F. N. (2018). *Perancangan Pendeteksi Banjir menggunakan Sensor Water Level berbasis PLC Schneider TM221CE16R dan SMS Gateaway*. Universitas Diponegoro, 7–43.

Rizki, M. (2022). *data akuisisi dan kegunaanya.* Diperoleh dari: taharica.co.id. (Diakses 23 Juni 2022).

Saiyar, H. (2010). *Machine Translated by Google IDENTIFIKASI KEKERUHAN AIR DENGAN SENSOR TURBIDITAS*. Machine Translated by Google. 395–400.

Wibisono, P. (2022). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Pencemaran Air Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solids (Tds) Dan Kekeruhan*.