

MONITORING ALIRAN ARUS PASANG SURUT AIR LAUT BERBASIS ARDUINO

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Bambang Supriyadi	NPM	1051705
Rindy Clarita	NPM	1051726

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**MONITORING ALIRAN ARUS PASANG SURUT AIR LAUT BERBASIS
ARDUINO**

	Oleh :	
Bambang Supriyadi	NPM	1051705
Rindy Clarita	NPM	1051726

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Menyetujui,

Pembimbing 1



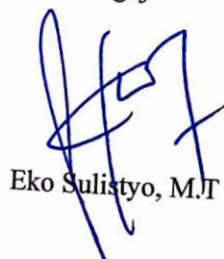
Yudhi, M.T

Pembimbing 2



Ocsirendi, M.T

Penguji 1



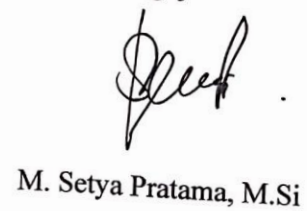
Eko Sulistyono, M.T

Penguji 2



Nofriyani, M.Tr.T

Penguji 3



M. Setya Pratama, M.Si

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Bambang Supriyadi NPM : 1051705

Nama Mahasiswa 2 : Rindy Clarita NPM : 1051726

Dengan Judul : Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis
Arduino

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 1 Maret 2021

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Bambang Supriyadi

Rindy Clarita



.....

ABSTRAK

Pasang surut air laut merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh perubahan ketinggian air laut di waktu tertentu setiap harinya dan memberikan pengaruh besar dalam melihat karakteristik perairan laut Indonesia. Informasi mengenai pasang surut sangat berguna bagi kegiatan manusia yang berhubungan dengan kelautan seperti menangkap ikan maupun kegiatan lainnya. Maka dari itu diperlukan alat yang dapat memonitoring aliran arus pasang surut air laut. Tujuan pembuatan alat ini adalah untuk membuat alat yang dapat mengukur kecepatan arus dan ketinggian air laut menggunakan basis Arduino. Metode pengukuran kecepatan arus berdasarkan prinsip putaran turbin air dengan pembacaan oleh sensor *optocoupler* sedangkan pengukuran ketinggian air laut berdasarkan prinsip konstanta dengan pembacaan sensor ultrasonik. Alat ini dapat merekam hasil pengukuran ke dalam media penyimpanan data *SD card* dan ditampilkan di LCD. Dari hasil pengujian sensor *optocoupler* dengan perbandingan alat dan *tachometer* didapatkan persentase kesalahan 1,17%. Untuk pengujian sensor ultrasonik dalam pembacaan jarak untuk menentukan ketinggian air laut dengan membandingkan nilai sensor terhadap penggaris didapatkan rata-rata error 1,01%. Alat monitoring aliran arus pasang surut air laut melakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian dengan hasil pengukuran kecepatan arus sebesar 0,78% kesalahan alat dan akurasi 99,22% sedangkan pengukuran ketinggian air laut sebesar 0,38% kesalahan alat dan akurasi alat 99,62% yang didapat dari membandingkan alat monitoring dengan alat ukur *tachometer* dan meteran.

Kata kunci : kecepatan arus, ketinggian air laut, *optocoupler*, ultrasonik.

ABSTRACT

The ocean tides is a natural phenomenon caused by changes in sea level at certain times of the day and has a major influence in seeing the characteristics of Indonesian marine waters. Information about tides is very useful for human activities related to the sea such as fishing and other activities. Therefore we need a tool that can monitor the flow of tidal currents in sea water. The purpose of making this tool is to make a tool that can measure the speed of currents and the level of sea water using the Arduino base. The method of measuring current velocity is based on the working principle of the turbine fan and the optocoupler sensor, while the measurement of sea level is based on ultrasonic sensors. This tool can record the measurement results onto the SD card data storage media and displayed on the LCD. From the test results of the FC-03 optocoupler sensor by comparing the tool and the tachometer, the error percentage is 1.17%. For testing the ultrasonic sensor in reading the distance to determine the level of sea water by comparing the sensor value against the ruler, an average error of 1.01% is obtained. The tidal flow monitoring tool carried out the test 3 times with the results of measuring the flow velocity of 0.78% tool error and 99.22% accuracy, while sea water level measurement was 0.38% tool error and 99.62% tool accuracy obtained from comparing monitoring tools with measuring instruments tachometer and meter.

Key words: current velocity, sea level, optocoupler, ultrasonic.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Segala puji dan syukur khadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun laporan Proyek Akhir ini dengan judul "Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino" sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV Teknik Elektronika pada Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, serta semoga semua umatnya senantiasa dapat menjalankan syariat-syariatnya, Aamiin.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini banyak terdapat kekurangan mengingat terbatasnya kemampuan penulis, namun berkat rahmat Allah SWT, serta pengarahan dari berbagai pihak, akhirnya laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan. Harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk kepentingan bersama.

Sehubungan dengan itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moral maupun spiritual dengan ikhlas yang tak ternilai harganya.
2. Bapak Yudhi, M.T. dan Bapak Ocsirendi, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan.
4. Bapak M. Iqbal Nugraha, M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
5. Bapak Indra Dwisaputra, M.T. selaku Kepala Program Studi DIV Teknik Elektronika

6. Dosen dan Staf Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mendidik, membina dan mengantarkan penulis untuk menempuh kematangan dalam berfikir dan berperilaku.
7. Sahabat yang selalu memberikan support selama ini dan mitra kerja penulis selama mengerjakan proyek akhir ini yang selalu berjuang bersama-sama.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu saya untuk menyelesaikan penelitian.

Setelah melalui proses yang panjang dan penuh tantangan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan pembuatan alat dan laporan proyek akhir ini yang tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan penulis khususnya. Semoga Allah senantiasa melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan alat dan penulisan laporan Proyek Akhir ini. Wassalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Arus Pasang Surut.....	4
2.2 Arduino Nano V3	5
2.2.1 Spesifikasi	6
2.2.2 <i>Power</i>	6
2.2.3 <i>Input dan Output</i>	6
2.3 Modul FC-03	7
2.4 Sensor Ultrasonik HY-SRF05	7
2.5 <i>Serial RTC (Real Time Clock) DS3231</i>	9

2.6	Modul <i>SD Card</i>	9
2.7	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C 16x2	10
BAB III METODE PELAKSANAAN		11
3.1	Studi Literatur.....	13
3.2	Perancangan dan Pembuatan Kerangka Alat	13
3.3	Perancangan dan Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	13
3.4	Perancangan dan Perakitan Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut.....	14
3.5	Pemrograman Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut	14
3.6	Pengujian Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut	14
3.7	Pembuatan Laporan Proyek Akhir.....	14
BAB IV PEMBAHASAN		15
4.1	Perancangan Kerangka Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino	15
4.2	Pembuatan Kerangka Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino	16
4.3	Perancangan <i>Hardware</i> Elektrik	17
4.4	Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	17
4.4.1	Pengujian Sensor <i>Optocoupler</i>	18
4.4.2	Pengujian Sensor Ultrasonik HY-SRF05.....	22
4.4.3	Menampilkan Data di LCD 16x2 I2C.....	25
4.4.4	Menyimpan Data ke <i>SD card</i> menggunakan Modul <i>SD card</i>	26
4.5	Perancangan dan Perakitan Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino.....	26
4.5.1	Perancangan Sensor <i>Optocoupler</i> Mengukur Kecepatan Arus Laut.....	26
4.5.2	Perancangan Sensor Ultrasonik Mengukur Ketinggian Air Laut.....	26

4.5.3	Perakitan Alat Monitoring	27
4.6	Pemrograman Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino.....	28
4.7	Pengujian Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino	28
BAB V PENUTUP		36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Skema Rangkaian Sensor Optocoupler FC-03	18
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor FC-03	19
Tabel 4. 3 Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik HY-SRF05	22
Tabel 4. 4 Hasil pengujian sensor ultrasonik	23
Tabel 4. 5 Hasil pengujian alat tanggal 2 Maret 2021	30
Tabel 4. 6 Hasil pengujian alat tanggal 10 Maret 2021	32
Tabel 4. 7 Hasil pengujian alat tanggal 11 Maret 2021	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe pasang surut [3]	4
Gambar 2.2 Tampilan Arduino Nano [5]	6
Gambar 2.3 Ilustrasi Modul FC-03 mendeteksi disk encoder [6]	7
Gambar 2.4 Prinsip pemantulan sensor ultrasonik	8
Gambar 2.5 RTC DS3231 [9].....	9
Gambar 2.6 Modul SD card [10].....	9
Gambar 2. 7 Tampilan depan dan belakang LCD 16x2 I2C	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan Proyek Akhir.....	12
Gambar 3.2 Diagram blok rancangan alat monitoring.....	13
Gambar 4.1 Desain kerangka alat monitoring.....	15
Gambar 4.2 Kerangka alat dan kipas turbin yang sudah jadi.....	16
Gambar 4.3 Rancangan hardware elektrik	17
Gambar 4.4 Rangkaian Sensor Optocoupler FC-03	18
Gambar 4.5 Pengujian A sensor <i>oprocoupler</i>	20
Gambar 4.6 Pengujian B sensor <i>optocoupler</i>	20
Gambar 4.7 Pengujian C sensor FC-03.....	21
Gambar 4.8 Rangkaian Sensor Ultrasonik HY-SRF05.....	22
Gambar 4. 9 Pengujian A sensor ultrasonik	24
Gambar 4. 10 Pengujian B sensor ultrasonik	24
Gambar 4. 11 Tampilan LCD	25
Gambar 4. 12 Konstanta kerangka alat	26
Gambar 4. 13 Perakitan antara <i>box</i> dan kerangka alat.....	27
Gambar 4.14 Proses <i>upload</i> program menggunakan kabel <i>downloader</i>	28
Gambar 4.15 Proses pengujian dan pengambilan data	29
Gambar 4.16 Tampilan data di LCD	30
Gambar 4.17 Grafik Perubahan Kecepatan Arus 2 Maret 2021.....	31
Gambar 4.18 Grafik Ketinggian Air Laut 2 Maret 2021	31
Gambar 4.19 Grafik Kecepatan Arus Laut 10 Maret 2021	32

Gambar 4.20 Grafik Ketinggian Air Laut 10 Maret 2021	33
Gambar 4.21 Grafik Kecepatan Arus Laut 11 Maret 2021	34
Gambar 4.22 Grafik Ketinggian Air Laut 11 Maret 2021	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Pemrograman Arduino

Lampiran 3 : Hasil Pengujian Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut
Berbasis Arduino

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasang surut merupakan fenomena alam pergerakan naik dan turunnya permukaan air laut secara berkala akibat dari kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik benda-benda astronomi seperti matahari, bumi dan bulan yang paling utama. Sedangkan pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan dalam fenomena pasang surut air laut dikarenakan jaraknya yang lebih jauh atau ukurannya sangat kecil [1].

Dalam kehidupan manusia di bidang kelautan, pasang surut yang terjadi setiap hari sangat penting untuk dikaji untuk keperluan seperti bidang geologi, pembangunan pelabuhan, lingkungan, bidang pertanian dan biologi, dan juga pengembangan pembangkit listrik tenaga pasang surut [1].

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang cepat membuat kemudahan bagi manusia untuk melakukan komunikasi dan mendapatkan informasi yang tidak terbatas oleh waktu. Salah satu contoh pemanfaatan TIK adalah bidang kelautan khususnya tentang pasang surut. Setiap hari, fenomena pasang surut terjadi dan informasi mengenai pasang surut sangat berguna bagi kegiatan manusia yang berhubungan dengan kelautan seperti menangkap ikan maupun kegiatan lainnya [1].

Hidro Oceanografi merupakan suatu kegiatan yang secara khusus mempelajari tentang sifat-sifat dari pergerakan air laut yang meliputi pasang surut, gelombang laut dan arus laut [2]. Kegiatan ini sangat penting dilakukan sebagai pendukung untuk keselamatan bernavigasi para nelayan yang akan keluar masuk pelabuhan, selat atau muara. Kegiatan ini juga dilakukan untuk mengetahui karakter pasang surut air laut.

Metode pengukuran ketinggian air laut dilakukan menggunakan metode mistar meteran dan hanya mampu mengambil data per jam. Sedangkan kecepatan aliran arus diukur menggunakan alat *valeport* 106. Manusia memiliki keterbatasan

dalam kecepatan dan akurasi dalam pengukuran pada setiap saat waktu yang telah ditentukan.

Untuk mendapatkan informasi mengenai pasang surut air laut yang bisa didapatkan dengan mudah dan praktis bagi semua orang, maka dilakukan pembuatan alat yang dapat memonitoring ketinggian air laut dan kecepatan aliran arus pasang surut air laut yang dapat diakses datanya menggunakan penyimpanan *offline*. Oleh karena itu pada Proyek Akhir ini akan dirancang, dibuat dan dilakukan uji coba alat monitoring pasang surut air laut dengan penyimpanan *offline* yang nantinya dapat digunakan pada kawasan perairan laut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan diatas, didapatkan beberapa permasalahan dalam Proyek Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan alat monitoring aliran arus pasang surut air laut berbasis Arduino?
2. Bagaimana perbandingan alat monitoring aliran arus pasang surut air laut berbasis Arduino?
3. Bagaimana cara agar alat dapat menyimpan data ke *SD card* ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan Proyek Akhir ini ada beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Alat monitoring bekerja pada ketinggian maksimal air laut 120 cm dan kecepatan arus laut maksimal 0,6 m/s.
2. Monitoring kecepatan arus pasang surut air laut menggunakan prinsip kerja putaran turbin air.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Seusai dengan permasalahan dan rumusan masalah diatas, maka Proyek Akhir ini bertujuan :

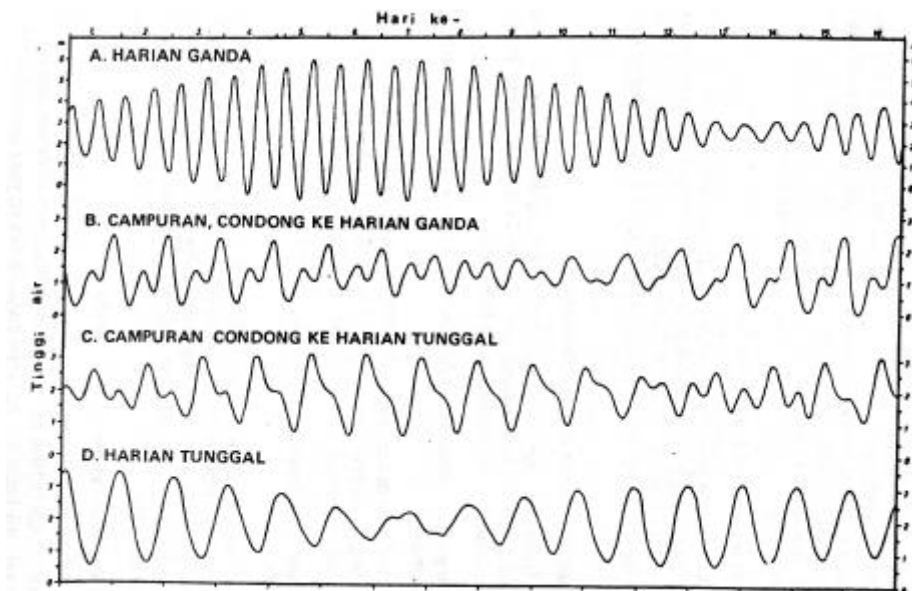
1. Membuat alat yang mampu mengukur kecepatan arus pasang surut dan ketinggian air laut.
2. Mengetahui perbandingan alat monitoring aliran arus pasang surut air laut berbasis Arduino
3. Membuat alat agar dapat menyimpan data ke *SD card*.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Arus Pasang Surut

Arus pasang surut merupakan arus yang terjadi akibat perubahan tinggi permukaan air laut akibat pasang surut. Karakteristik dari arus pasang surut adalah mempunyai periode yang tetap, mengikuti pola pasang surut air laut. Kecepatan maksimum arus umumnya terjadi pada saat menjelang pasang dan menjelang surut, sedangkan arah arus pasang surut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau topografi setempat.



Gambar 2.1 Tipe pasang surut [3]

Pada umumnya pasang surut dibagi menjadi empat tipe [1] yaitu:

- Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), terjadi hanya satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari. Contohnya terdapat di selat Karimata.
- Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari. Contohnya terdapat di selat Malaka sampai laut Andaman.

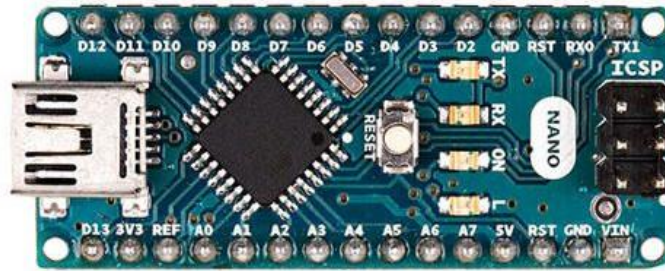
- c. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*mixed tide, prevailing diurnal*), terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda tinggi dan waktunya. terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.
- d. Pasang surut campuran condong harian ganda (*mixed tide, prevailing semi diurnal*), terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, tetapi tinggi dan waktunya berbeda. Terdapat di perairan Indonesia Bagian Timur.

Arus laut (*sea current*) adalah perpindahan massa air dari satu tempat menuju tempat lain, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas, atau pasang surut. Secara umum, karakteristik arus laut di perairan Indonesia dipengaruhi oleh angin dan pasang surut. Di perairan dangkal (kawasan pantai), arus laut dapat dibangkitkan oleh gelombang laut, pasang surut laut atau sampai tingkat tertentu angin. Di perairan sempit dan semi tertutup seperti selat dan teluk, pasut merupakan gaya penggerak utama sirkulasi massa airnya. Sedangkan arus yang disebabkan oleh angin pada umumnya bersifat musiman, dimana pada satu musim arus mengalir ke satu arah dengan tetap dan pada musim berikutnya akan berubah arah sesuai dengan perubahan arah angin yang terjadi [4].

2.2 Arduino Nano V3

Arduino Nano merupakan salah satu mikrokontroler berukuran kecil yang lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (Arduino versi 2.x). Arduino Nano memiliki bahasa pemrograman sendiri berupa bahasa C. Arduino Nano tidak memiliki *input* DC jenis *Barrel Jack*, dan hanya memiliki *port* USB *Mini-B* yang digunakan untuk *upload source code* ke dalam mikrokontroler [3].

Pada Proyek Akhir ini arduino nano yang digunakan adalah arduino v3.1 yang berfungsi sebagai pemrosesan dan pengolahan data agar data dapat tersimpan ke *SD card* dengan bantuan modul tersebut.



Gambar 2.2 Tampilan Arduino Nano [5]

2.2.1 Spesifikasi

Arduino nano V3 dalam Proyek Akhir ini memiliki spesifikasi antara lain [5]:

1. Menggunakan mikrokontroler Atmel ATmega 328.
2. Memiliki tegangan kerja 5 volt.
3. Tegangan *input* yang direkomendasikan 7 – 12 volt.
4. Batas tegangan *input* 6 – 20 volt.
5. Memiliki 14 *pin* I/O (6 diantaranya mendukung *output* PWM)
6. Memiliki 8 *pin input* analog
7. Arus DC per *pin* I/O 40 mA

2.2.2 Power

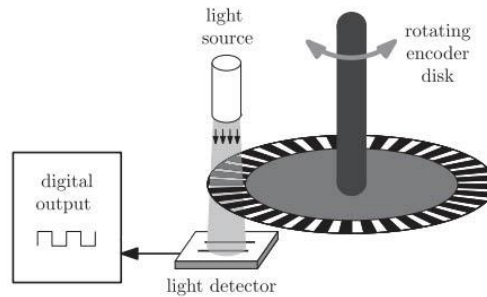
Arduino Nano dapat diberi tegangan *input* melalui koneksi *Mini-B* USB, pada *pin* 30 dapat diberi tegangan sebesar 6 – 20 *volt*, dan pada *pin* 27 dapat diberi *power* sebesar 5 *volt*. Tegangan *power* tersebut diperoleh melalui koneksi USB, catu daya DC, atau baterai [5].

2.2.3 Input dan Output

Terdapat 14 *pin* digital pada Arduino Nano yang dapat digunakan sebagai *input* ataupun *output* dengan menggunakan fungsi perintah *pinMode()*, *digitalWrite()*, *digitalRead()*. *Input* dan *output* ini bekerja pada tegangan 5 Volt. Setiap *pin* dapat menghasilkan dan menerima arus maksimal sebesar 40 mA [5].

2.3 Modul FC-03

Modul FC-03 merupakan sensor *optocoupler* yang terintegrasi dengan komparator LM393 di dalam satu modul. Modul ini digunakan untuk menghitung pulsa dan mengukur kecepatan motor. Pemakaiannya dengan menempatkan *disk encoder* diantara *optocoupler* untuk dihitung lubang (*hole*) pada *disk encoder*.



Gambar 2.3 Ilustrasi Modul FC-03 mendeteksi disk encoder [6]

Pengukuran kecepatan jumlah putaran yang dihasilkan dengan satuan RPM (*Revolutions per Minutes*) yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$RPM = \frac{SFM}{D} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

RPM = Jumlah putaran per menit

SFM = Perhitungan kecepatan

D = Diameter

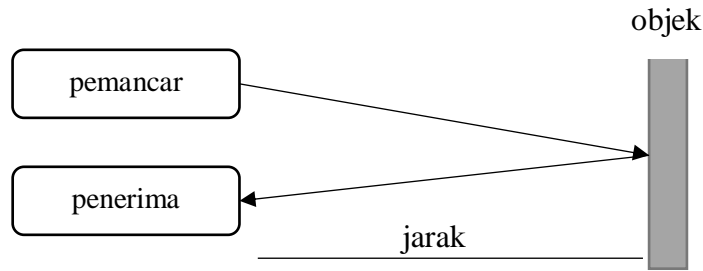
Pada Proyek Akhir ini menggunakan *disc encoder* 20 lubang (*hole*), sehingga persamaan yang digunakan untuk menghitung RPM adalah sebagai berikut [6] :

$$RPM = \frac{\text{perhitungan}}{20} \dots\dots\dots (2.2)$$

2.4 Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek yang ada di depannya. Sensor ultrasonik bekerja pada frekuensi 40 KHz sampai dengan 400 KHz dan terdiri dari dua bagian, yaitu pemancar dan penerima [7].

Pada proyek akhir ini, sensor ultrasonik yang digunakan adalah tipe HY-SRF05 yang dapat melakukan pengukuran jarak antara 2 cm sampai 400 cm [7]. Fungsi sensor ultrasonik dalam Proyek Akhir ini adalah sebagai pengukur ketinggian atau kedalaman air laut. Prinsip kerja pantulan sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Prinsip pemantulan sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik menggunakan prinsip memancarkan suatu gelombang suara ultrasonik terus menerus oleh *transmitter* kemudian gelombang suara ultrasonik tersebut dipantulkan oleh objek di depannya dan diterima oleh *receiver*. Pengukuran sensor ultrasonik menggunakan persamaan kecepatan yaitu :

$$v = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- v = kecepatan (m/s)
- s = jarak (m)
- t = waktu tempuh (s)

Diketahui bahwa kecepatan suara adalah 340 m/s atau 0,034 cm/ μ s, maka untuk mengetahui nilai jarak menggunakan persamaan :

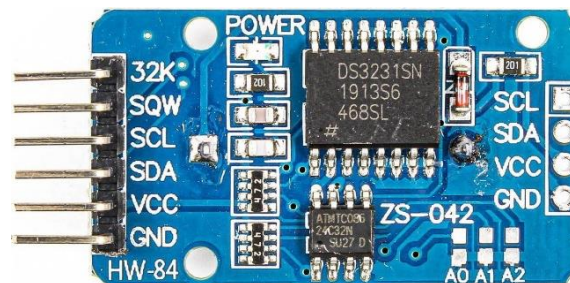
$$s = 0,034 \times t \dots \dots \dots (2.3)$$

Gelombang ultrasonik melakukan perjalanan pulang pergi (*transmit – receive*). Hal ini membuat waktu tempuh menjadi 2 kali lebih lama, sehingga persamaan untuk menghitung jarak adalah sebagai berikut :

$$s = \frac{0,034 \times t}{2} \text{ (dalam satuan cm)} \dots \dots \dots (2.4)$$

2.5 Serial RTC (Real Time Clock) DS3231

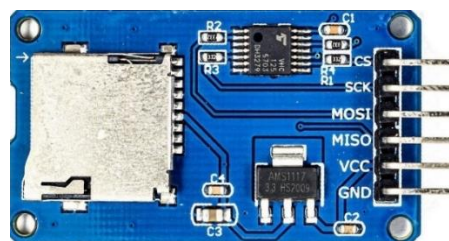
Real Time Clock (RTC) merupakan *hardware* yang digunakan untuk mengakses data waktu. RTC mampu mengakses informasi data waktu mulai dari hari, tanggal, bulan, tahun, detik, menit, dan jam. Proyek Akhir ini RTC yang digunakan adalah tipe DS3231. Pada DS3231 pengoperasian jam bisa diformat dalam 24 jam atau 12 jam (AM/ PM). Untuk tatap muka dengan suatu *microprocesor* dapat di sederhanakan dengan menggunakan sinkronisasi komunikasi *serial* I2C dengan kecepatan *clock* 400 KHz [8].



Gambar 2.5 RTC DS3231 [9]

2.6 Modul SD Card

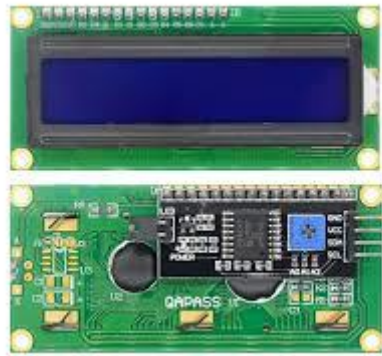
Modul *SD card* ini menggunakan mikro *SD card* sebagai penyimpan datanya. Hal ini memungkinkan sistem untuk menambahkan penyimpanan dan data *logging* untuk penyimpanan data sistem, sehingga data-data yang dihasilkan dari sistem yang dibuat dapat secara otomatis tersimpan di *SD card*.



Gambar 2.6 Modul SD card [10]

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 16x2

Liquid Crystal Display atau LCD merupakan komponen yang umum digunakan sebagai penampil data yang terbaca dari sebuah sistem. Data yang ditampilkan pada LCD merupakan data yang terbaca oleh sensor dan sudah di proses oleh sistem. Pada Proyek Akhir ini LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang sudah terkoneksi dengan serial I2C atau biasa disebut dengan LCD I2C 16x2. Fungsi LCD I2C ini adalah sebagai penampil data dari sensor-sensor agar mudah untuk diamati perubahan setiap waktunya.

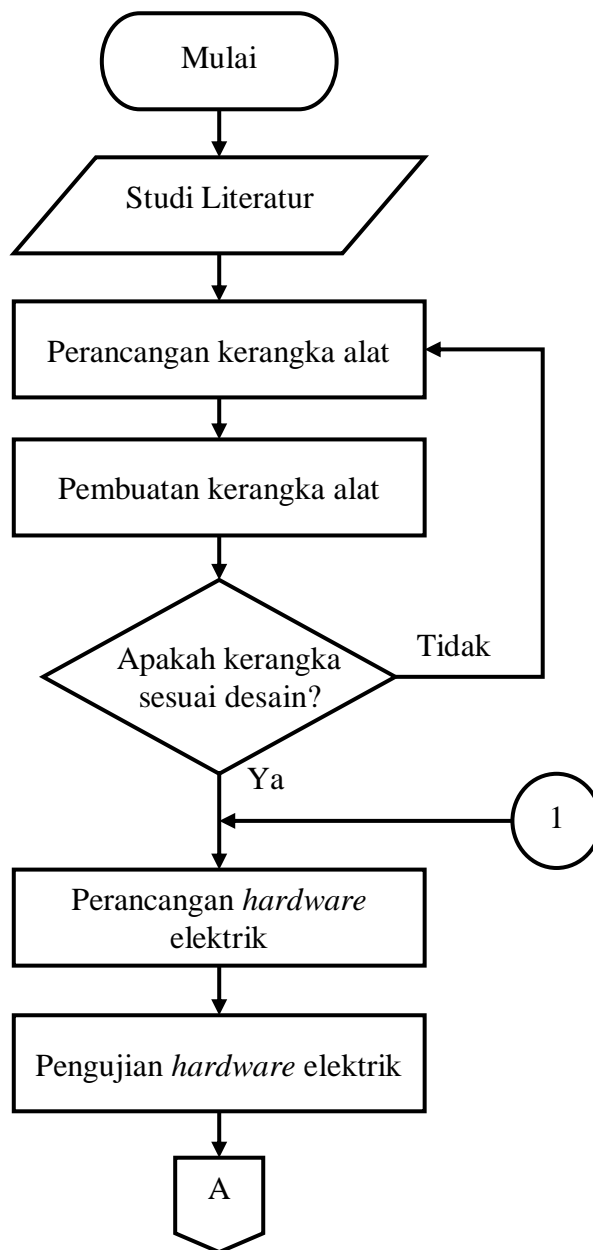


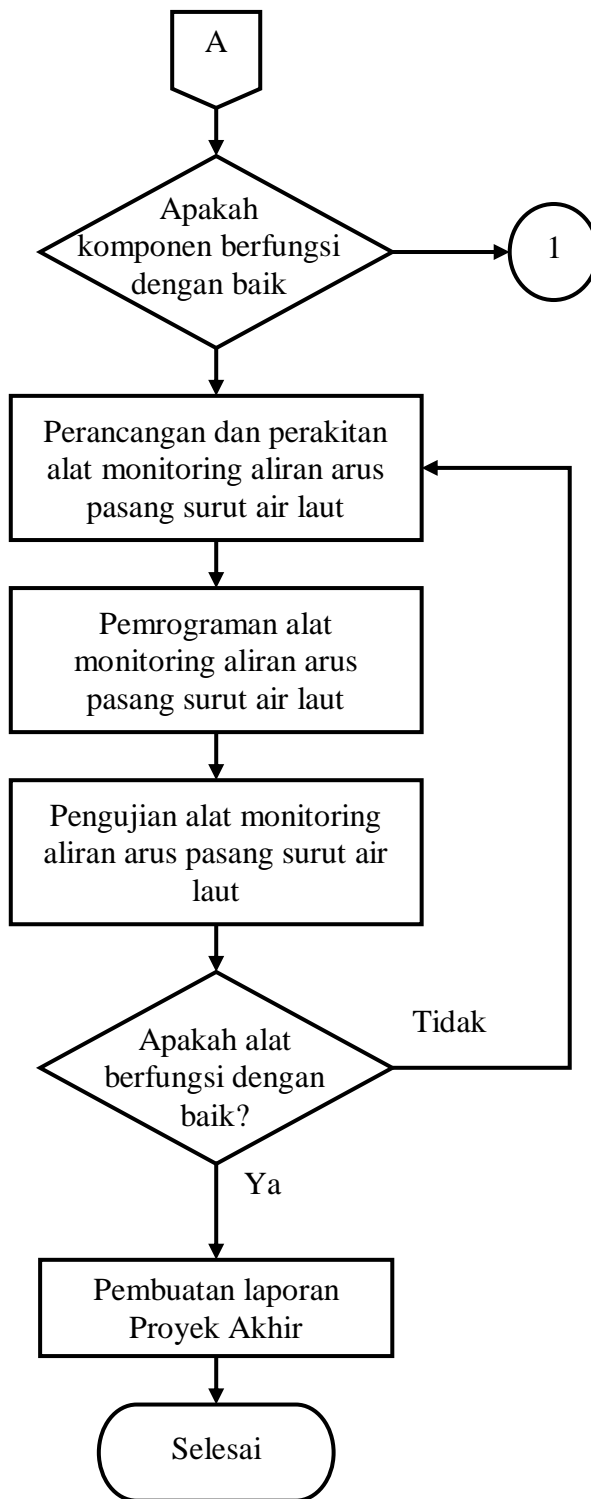
Gambar 2.7 Tampilan depan dan belakang LCD 16x2 I2C

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Dalam pelaksanaan Proyek Akhir yang berjudul Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino, dibuat metode pelaksanaan yang bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan Proyek Akhir. Metode ini dibuat dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan Proyek Akhir

Penjelasan lebih lanjut dari diagram alir diatas dapat dilihat pada langkah-langkah berikut ini:

3.1 Studi Literatur

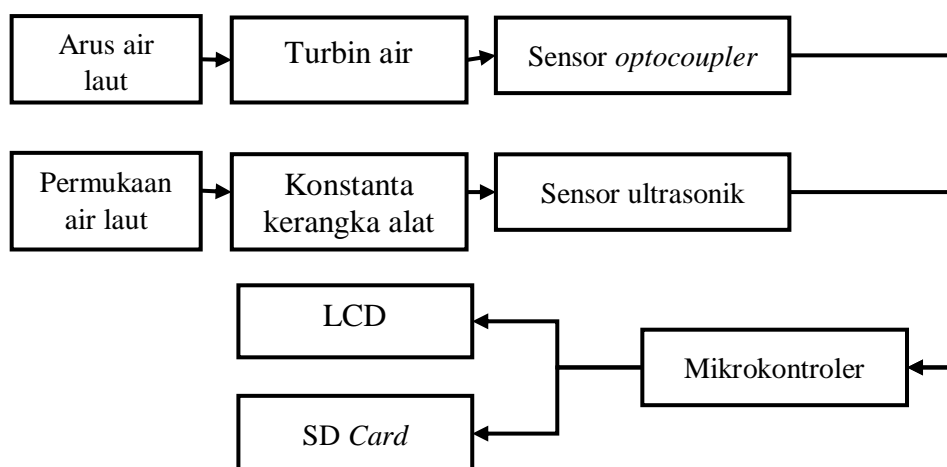
Melakukan studi literatur dengan cara mengumpulkan data yang berkaitan dengan arus pasang surut air laut dan pengukuran kecepatan arus serta ketinggian air laut. Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui secara garis besar arus pasang surut air laut dan pengukurannya. Pengumpulan data dilakukan dengan mencari referensi-referensi dari artikel jurnal maupun *website* yang masih berhubungan dengan Proyek Akhir. Data yang terkumpul akan dijadikan acuan untuk membuat alat monitoring aliran arus pasang surut air laut berbasis Arduino.

3.2 Perancangan dan Pembuatan Kerangka Alat

Perancangan dan pembuatan kerangka alat bertujuan untuk merancang kerangka alat yang digunakan untuk pengujian sistem. Perancangan kerangka meliputi ukuran tiang dan turbin air yang dibuat menggunakan *software* SolidWorks.

3.3 Perancangan dan Pengujian *Hardware* Elektrik

Perancangan *hardware* elektrik yaitu dilakukan dengan menentukan komponen yang akan digunakan dalam pembuatan Proyek Akhir seperti sensor *optocoupler*, sensor ultrasonik, Arduino Nano, dan komponen lainnya. Tujuannya untuk mempermudah dalam proses pembuatan Proyek Akhir ini. Adapun diagram blok rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Diagram blok rancangan alat monitoring

Kemudian ke tahap pengujian *hardware* elektrik dilakukan dengan menguji masing-masing komponen. Tujuannya untuk mengetahui apakah komponen dalam keadaan baik atau tidak. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu pemrograman masing-masing komponen menggunakan Arduino IDE.

3.4 Perancangan dan Perakitan Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut

Perancangan dan Perakitan alat monitoring aliran arus pasang surut air laut yaitu dengan menggabungkan kerangka alat dengan semua komponen yang telah dimasukkan ke dalam *box*. Tujuannya agar komponen tersusun rapi dan melindungi dari kerusakan akibat terkena air laut.

3.5 Pemrograman Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut

Pada tahap ini, membuat pemrograman keseluruhan alat monitoring aliran arus pasang surut air laut. Adapun pemrograman yang dibuat meliputi :

1. Pemrograman sensor *Optocoupler* mengukur kecepatan arus pasang surut.
2. Pemrograman sensor Ultrasonik mengukur ketinggian air laut.
3. Pemrograman penyimpanan data ke *SD card*.

3.6 Pengujian Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut

Setelah perakitan dan pemrograman selesai, tahap selanjutnya adalah proses uji coba alat yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Pengujian dilakukan di lokasi yang telah ditentukan yaitu pantai yang berlokasi di Belakang Kampus Polmanbabel di wilayah perairan desa Nelayan 2.

3.7 Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Pembuatan laporan Proyek Akhir merupakan tahap terakhir dalam pembuatan Proyek Akhir yang bertujuan untuk merangkum temuan-temuan dan alat yang telah dibuat serta menyimpulkan kelebihan dan kekurangan alat Proyek Akhir.

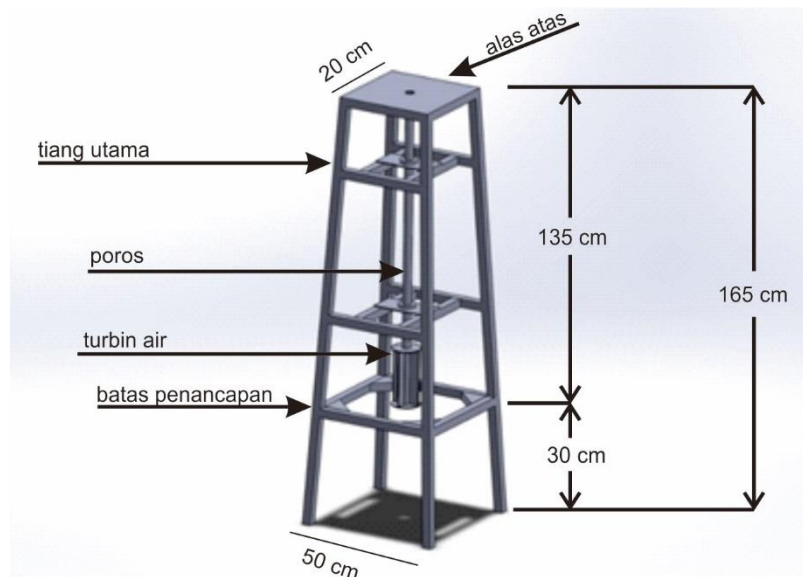
BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pembuatan Proyek Akhir berdasarkan metode pelaksanaan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Secara umum bab ini menguraikan tentang:

1. Perancangan dan pembuatan kerangka mekanik
2. Perancangan dan pengujian *hardware* elektrik
3. Perakitan keseluruhan alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino
4. Pengujian alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino

4.1 Perancangan Kerangka Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino

Perancangan konstruksi alat ini meliputi tiang utama dan turbin air yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Desain kerangka alat monitoring

Kerangka alat memiliki dimensi ukuran Tinggi 165 cm, Luas atas 20 cm² dan luas bawah 50 cm². Bahan – bahan yang digunakan untuk membuat kerangka alat adalah sebagai berikut :

1. Tiang kerangka menggunakan besi hollow ukuran 20x20x1,5 mm.
2. Poros kipas turbin menggunakan pipa besi ukuran ¾ inch dan 2 buah laher (*bearing*).
3. Kipas turbin menggunakan bahan PVC dengan ukuran diameter kipas 25 cm serta memiliki 4 baling-baling.
4. Pelat besi dengan tebal 1 mm sebagai dudukan.

4.2 Pembuatan Kerangka Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino

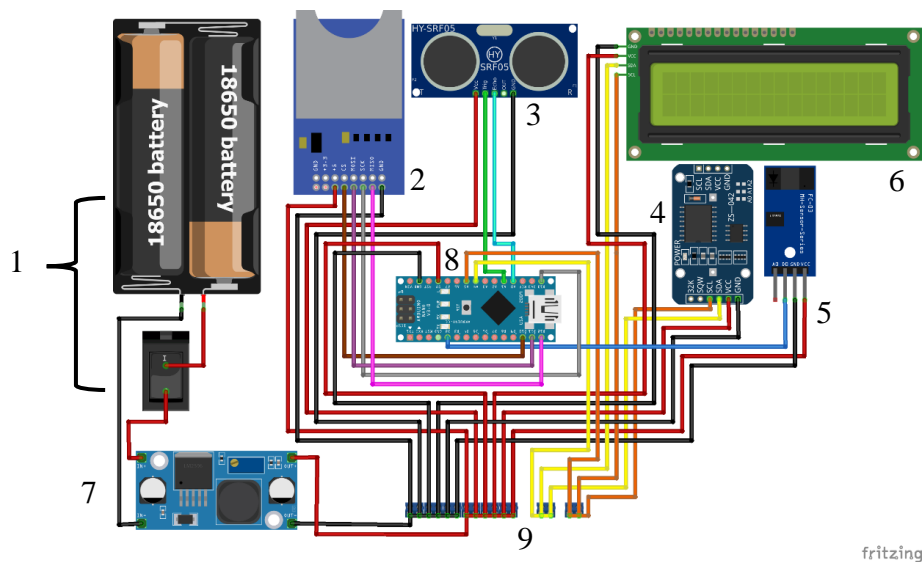
Proses pembuatan kerangka alat berdasarkan desain yang telah dibuat, bahan-bahan yang berupa besi di rakit dengan cara di las, sedangkan pembuatan kipas turbin dari bahan PVC dirakit menggunakan lem dan juga *cabl e ties*.



Gambar 4.2 Kerangka alat dan kipas turbin yang sudah jadi

4.3 Perancangan *Hardware* Elektrik

Terdapat 9 bagian sistem yang memiliki peranan serta fungsi yang berbeda sesuai dengan pemakaiannya. Rancangan *hardware* elektrik alat yang akan dibuat pada Proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Rancangan *hardware* elektrik

Keterangan komponen yang ada pada Gambar 4.3 adalah :

1. Baterai 18650 3,7 Volt + sakelar *on/off*
2. Modul SD *card*
3. Sensor Ultrasonik HY-SRF05
4. RTC DS3231
5. Sensor *Optocoupler* FC-03
6. LCD I2C 16x2
7. DC-DC *Step Down*
8. Arduino Nano V3
9. Terminal blok VCC(merah), GND (hitam), SDA (kuning), SCL (oranye)

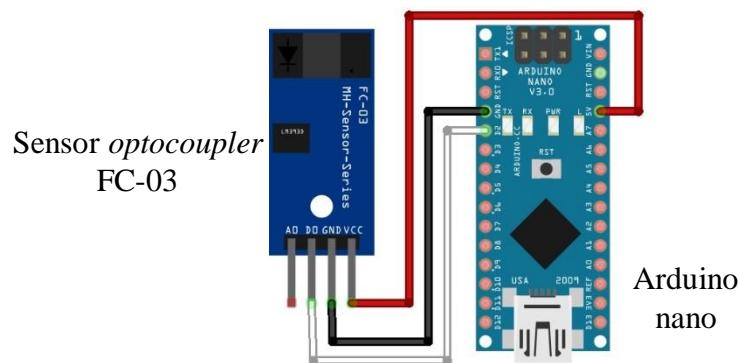
4.4 Pengujian *Hardware* Elektrik

Proses pengujian *hardware* elektrik monitoring aliran arus pasang surut air laut dilakukan dengan cara menguji masing-masing komponen elektrik. Berikut merupakan proses pengujian beberapa *hardware* elektrik.

4.4.1 Pengujian Sensor *Optocoupler*

Pengukuran kecepatan kecepatan arus dilakukan menggunakan sensor *optocoupler*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor dengan alat ukur *tachometer*. Cara menguji sensor *optocoupler* adalah sebagai berikut:

1. Sensor FC-03 mempunyai 4 *pin* yaitu VCC, GND, D0, dan A0. *Pin* D0 dihubungkan dengan *pin* D2 pada Arduino Nano.
2. Hubungkan Arduino dengan laptop menggunakan kabel *downloader* kemudian *upload* pemrograman ke Arduino.
3. Kemudian ukur berapa putaran yang dihasilkan oleh sensor dengan *tachometer*.



Gambar 4.4 Rangkaian Sensor *Optocoupler* FC-03

Tabel 4.1 Skema Rangkaian Sensor *Optocoupler* FC-03

<i>Pin</i> sensor <i>optocoupler</i> FC-03	<i>Pin</i> Arduino Nano
VCC	5V
GND	GND
D0	D2
A0	-

Pengujian sensor *optocoupler* dilakukan menggunakan program Arduino dengan *list* sebagai berikut:

```
# include <Wire.h>
int encoder_pin = 2; // The pin the encoder is connected
```



```

unsigned int rpm;      // rpm reading
volatile byte pulses; // number of pulses
unsigned long timeold;
// The number of pulses per revolution depends on your index disc!!
unsigned int pulsesperturn = 20;
void counter()
{
  pulses++; //update count
}
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(encoder_pin, INPUT);
  attachInterrupt(0, counter, FALLING);
  pulses = 0;
  rpm = 0;
  timeold = 0;
}
void loop()
{
  if (millis() - timeold >= 1000)
  {
    detachInterrupt(0);
    rpm = (((60*1000/pulsesperturn) / (millis() - timeold) * pulses) / 2) - 30;
    timeold = millis();
    pulses = 0;
    if (rpm == 65506)
    {
      rpm = 0;
    }
    Serial.print("RPM = ");
    Serial.println(rpm, DEC);
    delay (500);
    attachInterrupt(0, counter, FALLING);
  }
}

```

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor FC-03

No.	Sensor <i>optocoupler</i> (rpm)	<i>Tachometer</i> (rpm)	Kesalahan sensor
1.	99	99,5	0,50 %
2.	117	113,7	2,90 %
3.	123	123,8	0,65 %
4.	145	144,0	0,69 %
5	142	143,6	1,11 %
Rata-rata kesalahan			1,17 %

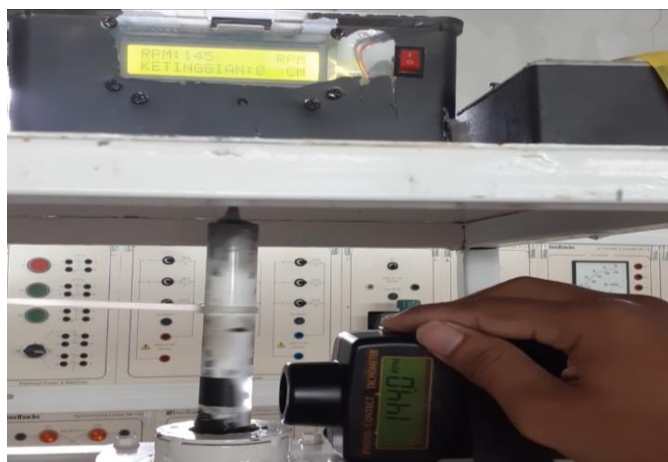
Pada Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian pengukuran sensor FC-03 terhadap alat ukur *tachometer*. Rata-rata persentase kesalahan sensor adalah 1,17 %. Hal ini

disebabkan oleh nilai putaran *encoder* yang tidak stabil dan perbedaan waktu tunda (*delay*) antara alat ukur *tachometer* dengan sensor FC-03 yang digunakan. Berikut adalah beberapa gambar dari hasil pengujian sensor *optocoupler* dengan alat ukur *tachometer*:



Gambar 4.5 Pengujian A sensor *optocoupler*

Dari hasil pengujian A pada Gambar 4.12 menunjukkan bahwa nilai putaran dari sensor *optocoupler* adalah 123 rpm dan putaran terukur dari alat ukur *tachometer* adalah 123,8 rpm sehingga selisih sensor dengan alat ukur adalah sebesar 0,8 rpm.



Gambar 4.6 Pengujian B sensor *optocoupler*

Dari hasil pengujian B pada Gambar 4.13 menunjukkan bahwa nilai putaran dari sensor *optocoupler* adalah 145 rpm dan putaran terukur dari alat ukur *tachometer* adalah 144,0 rpm sehingga selisih antara sensor dan alat ukur adalah sebesar 1 rpm.



Gambar 4.7 Pengujian C sensor FC-03

Dari hasil pengujian B pada Gambar 4.14 menunjukkan bahwa nilai putaran dari sensor *optocoupler* adalah 142 rpm dan putaran terukur dari alat ukur *tachometer* adalah 143,6 rpm sehingga selisih sensor dengan alat ukur adalah sebesar 1,6 rpm.

Berikut adalah perhitungan persentase kesalahan sensor *optocoupler* terhadap alat ukur *tachometer* menggunakan persamaan :

$$\text{persentase kesalahan} = \left| \frac{N_s - N_a}{N_a} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan :

N_s = Nilai sensor terbaca

N_a = Nilai alat ukur

1. Persentase kesalahan = $\left| \frac{99-99,5}{99,5} \right| \times 100 = 0,50 \%$
2. Persentase kesalahan = $\left| \frac{117-113,7}{113,7} \right| \times 100 = 2,90 \%$
3. Persentase kesalahan = $\left| \frac{123-123,8}{123,8} \right| \times 100 = 0,65 \%$

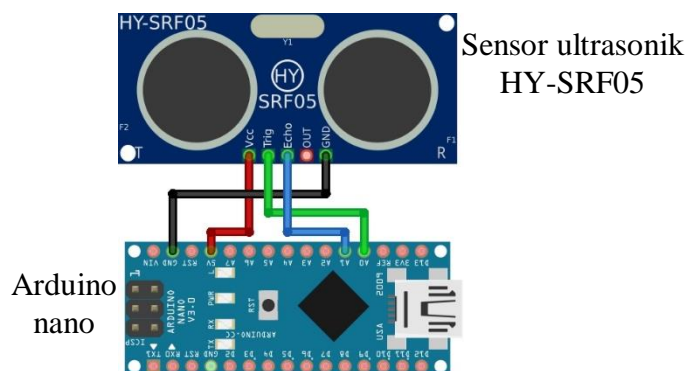
$$4. \text{ Persentase kesalahan} = \left| \frac{145-144,0}{144,0} \right| \times 100 = 0,69 \%$$

$$5. \text{ Persentase kesalahan} = \left| \frac{142-143,6}{143,6} \right| \times 100 = 1,11\%$$

4.4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Pengukuran ketinggian air laut dilakukan menggunakan sensor ultrasonik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai sensor dengan sebuah penggaris 30 cm. Cara menguji sensor ultrasonik HY-SRF05 adalah sebagai berikut:

1. Sensor ultrasonik HY-SRF05 memiliki lima *pin* yaitu VCC, GND, *Trig*, *Echo*, dan *Out*. *Pin Trig* pada sensor dihubungkan ke *pin A0* pada Arduino Nano dan *pin Echo* dihubungkan pada *pin A1* pada Arduino Nano.
2. Hubungkan Arduino Nano ke laptop melalui kabel *downloader* kemudian *upload* program ke Arduino.
3. Kemudian ukur jarak menggunakan jarak yang berbeda dengan penggaris



Gambar 4.8 Rangkaian Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Tabel 4.3 Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik HY-SRF05

<i>Pin</i> sensor ultrasonik HY_SRF05	<i>Pin</i> Arduino Nano
VCC	5V
GND	GND
<i>Trig</i>	A0
<i>Echo</i>	A1
<i>Out</i>	-

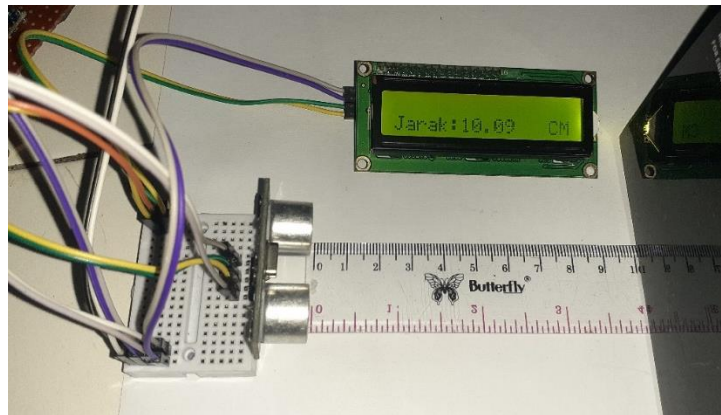
Pengujian sensor ultrasonik HY-SRF05 dilakukan menggunakan pemrograman Arduino dengan *list* sebagai berikut.

```
#define ECHOPIN A1
#define TRIGPIN A0
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ECHOPIN, INPUT);
  pinMode(TRIGPIN, OUTPUT);
  Serial.begin(BAUD_RATE);
}
void loop()
{
  float pulse, jarak;
  digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
  pulse = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);
  jarak = pulse / 29.1 / 2;
  Serial.print("jarak :");
  Serial.println(jarak);
  delay(500);
}
```

Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor ultrasonik

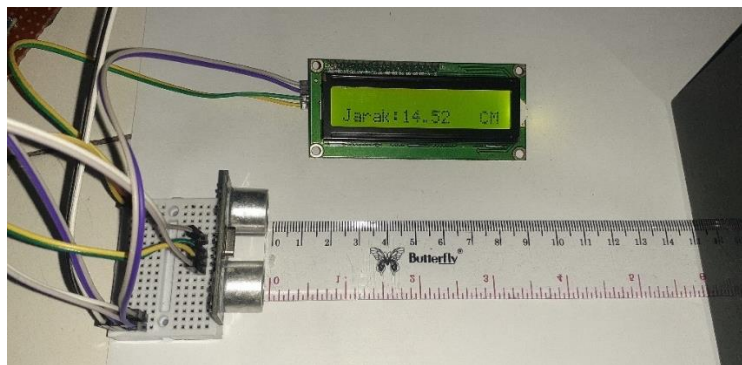
No.	Penggaris (cm)	Sensor ultrasonik (cm)	Kesalahan sensor
1.	10	10,09	0,90 %
2.	15	14,52	3,20 %
3.	20	20,05	0,25 %
4.	25	25,10	0,40 %
5	30	30,09	0,30 %
Rata-rata persentase <i>error</i>			1,01 %

Pada Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian pengukuran sensor ultrasonik terhadap penggaris. Rata-rata persentase kesalahan pada hasil pengukuran yaitu 1,01%. *Error* itu dikarenakan kurang akurat dalam pengambilan data menggunakan penggaris. Berikut adalah beberapa gambar dari hasil pengujian sensor ultrasonik dengan alat ukur penggaris:



Gambar 4. 9 Pengujian A sensor ultrasonik

Dari hasil pengujian A pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa nilai jarak dari sensor ultrasonik adalah 10,09 cm dan penggaris adalah 10 cm sehingga selisih antara sensor dan penggaris adalah sebesar 0,09 cm.



Gambar 4. 10 Pengujian B sensor ultrasonik

Dari hasil pengujian pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa nilai jarak dari sensor ultrasonik adalah 14,52 cm dan penggaris adalah 15 cm sehingga selisih antara sensor dan penggaris adalah sebesar 0,48 cm.

Berikut perhitungan persentase kesalahan sensor ultrasonik terhadap penggaris 30 cm menggunakan persamaan:

$$\text{persentase kesalahan} = \left| \frac{N_s - N_a}{N_a} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan :

N_s = Nilai sensor terbaca

Na = Nilai alat ukur

1. Persentase kesalahan = $\left| \frac{10,09-10}{10} \right| \times 100 = 0,90 \%$
2. Persentase kesalahan = $\left| \frac{14,52-15}{15} \right| \times 100 = 3,20 \%$
3. Persentase kesalahan = $\left| \frac{20,05-20}{20} \right| \times 100 = 0,25 \%$
4. Persentase kesalahan = $\left| \frac{25,10-25}{25} \right| \times 100 = 0,40 \%$
5. Persentase kesalahan = $\left| \frac{30,09-30}{30} \right| \times 100 = 0,30 \%$

4.4.3 Menampilkan Data di LCD 16x2 I2C

LCD digunakan untuk menampilkan nilai kecepatan arus laut oleh sensor *optocoupler* FC-03 dan nilai ketinggian air laut oleh sensor ultrasonik HY-SRF05. Pengujian LCD menggunakan program Arduino dengan program *list* sebagai berikut.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  lcd.backlight();
}

void loop()
{
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("TEST LCD i2C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("PROYEKAKHIR 2021");
  delay(1000);
}
```



Gambar 4. 11 Tampilan LCD

4.4.4 Menyimpan Data ke SD card menggunakan Modul SD card.

Data yang terbaca oleh sensor akan ditampilkan di LCD dan disimpan ke penyimpanan *offline* berupa SD card.

4.5 Perancangan dan Perakitan Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino

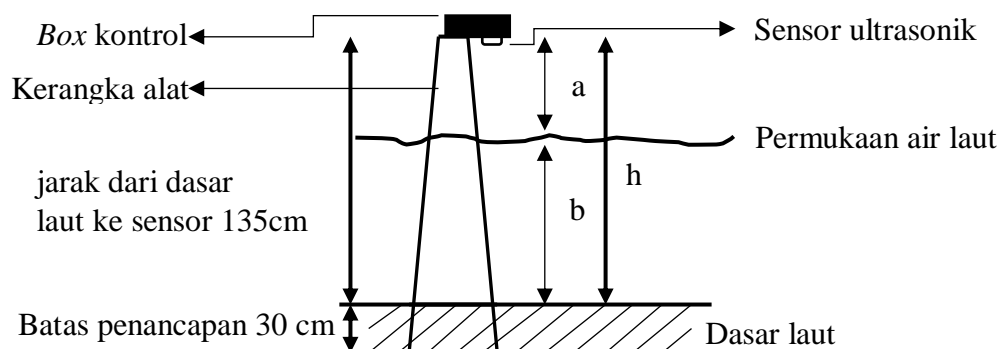
Setelah *hardware* yang telah diuji tidak mengalami kerusakan dan bisa digunakan, langkah selanjutnya adalah merakit semua komponen dengan kerangka alat. Namun sebelum itu rancang terlebih dahulu sistem yang akan bekerja. Perancangan sistem meliputi:

4.5.1 Perancangan Sensor *Optocoupler* Mengukur Kecepatan Arus Laut

Pengukuran kecepatan arus air laut menggunakan prinsip putaran turbin air yang dideteksi oleh sensor *optocoupler*. Arus laut akan membuat turbin air yang sudah terhubung dengan poros berputar. Bagian atas poros sudah terpasang *disc encoder 20 hole*. Sensor akan membaca pulsa yang dihasilkan oleh *disc encoder* setiap *hole*, apabila sensor sudah menghitung 20 *hole* maka itu menandakan satu putaran penuh. Hal inilah yang akan dikonversikan menjadi RPM.

4.5.2 Peletakkan Sensor Ultrasonik Mengukur Ketinggian Air Laut

Pengukuran ketinggian air laut oleh sensor ultrasonik ini menggunakan prinsip konstanta ketinggian dengan persamaan yaitu :



Gambar 4.12 Konstanta kerangka alat

$$h = a + b \dots \dots \dots (4.4)$$

dengan : h = ketinggian total (cm)

a = jarak sensor dan permukaan air laut (cm)

b = jarak dasar laut dan permukaan air laut (cm)

Tinggi kerangka alat adalah 165 cm dengan 30 cm yang ditancap di dalam dasar laut sehingga tinggi total dari dasar laut sampai sensor adalah 135 cm. Jadi untuk mengukur ketinggian air laut menggunakan persamaan :

$$b = h - a \text{ (cm)} \dots \dots \dots (4.5)$$

$$b = 135 - a \text{ (cm)} \dots \dots \dots (4.6)$$

4.5.3 Perakitan Alat Monitoring

Perakitan alat monitoring aliran arus pasang surut air laut dengan menggabungkan semua komponen yang digunakan ke dalam *box* yang terdiri dari baterai, Arduino Nano, RTC DS3231, sensor FC-03, sensor HY-SRF05, modul SD *card* dan LCD I2C 16x2. Pada baterai dihubungkan dengan saklar sebagai kontrol *on/off*. *Box* diletakkan diatas kerangka alat seperti terlihat pada Gambar 4.13



Gambar 4. 13 Perakitan antara *box* dan kerangka alat

4.6 Pemrograman Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino

Setelah *hardware* elektrik dan kontruksi alat terhubung, selanjutnya membuat program keseluruhan untuk Arduino Nano menggunakan *software* Arduino IDE. Pemrograman yang dibuat antara lain :

1. Program sensor FC-03 mendeteksi kecepatan arus pasang surut air laut
2. Program sensor HY-SRF05 mendeteksi ketinggian air laut
3. Program menampilkan data ke layar LCD
4. Program menyimpan data ke *SD card*

Pemrograman keseluruhan Proyek Akhir ini terlampir dan dapat dilihat pada Lampiran 2. Setelah pemrograman selesai selanjutnya melakukan *verify* pada *software* Arduino IDE untuk mengetahui program yang dibuat mengalami kesalahan *error* atau tidak.

Proses selanjutnya adalah *upload* program yang sudah dibuat menggunakan *software* Arduino IDE ke mikrokontroler Arduino Nano dengan menggunakan kabel *downloader* yang dapat dilihat pada Gambar 4.9. Pada proses ini tunggu sampai *software* Arduino IDE menampilkan *Upload Completed*.



Gambar 4.14 Proses *upload* program menggunakan kabel *downloader*

4.7 Pengujian Alat Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino

Setelah alat dirakit dan pemrograman yang dibuat tidak mengalami *error*, tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba keseluruhan alat monitoring aliran

pasang surut air laut. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah Proyek Akhir yang berjudul Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino bisa digunakan langsung di perairan pantai. Pengujian ini juga bertujuan untuk menciptakan suatu alat yang dapat memonitoring aliran arus pasang surut air laut baik kecepatan arus maupun ketinggian air laut.

Pengujian dan pengambilan data dilakukan di lokasi yang sudah ditentukan yaitu perairan Pantai desa Nelayan 2 yang berlokasi di belakang Kampus Polmanbabel.

Alat diletakkan di tengah-tengah laut yang tidak dalam, karena arus yang dimanfaatkan adalah arus bawah. Kerangka akan ditancap sedalam ± 30 cm yang telah ditentukan.

Arus laut akan membuat kipas turbin berputar sehingga sensor *optocoupler* akan menghitung berapa putaran *disc encoder* lalu mengkonversikannya menjadi rpm. Sedangkan sensor ultrasonik akan menghitung berapa ketinggian air laut berdasarkan perhitunga konstanta ketinggian.



Gambar 4.15 Proses pengujian dan pengambilan data

Hasil-hasil dari sensor tersebut akan diolah oleh Arduino dan ditampilkan di layar LCD sehingga mudah untuk mengamati setiap perubahannya.



Gambar 4.16 Tampilan data di LCD

Data-data akan tersimpan di dalam *SD Card* berupa angka-angka yang dapat di olah dan bisa untuk di analisa. Pengujian dilakukan selama 3 kali yaitu pada tanggal 2, 10 dan 11 Maret 2021.

A. Pengujian alat tanggal 2 Maret 2021

Pengujian alat pada tanggal 2 Maret 2021 dilakukan selama 4 jam mulai dari jam 13.00 sampai 17.00 WIB dan didapatkan hasil pengujian pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil pengujian alat tanggal 2 Maret 2021

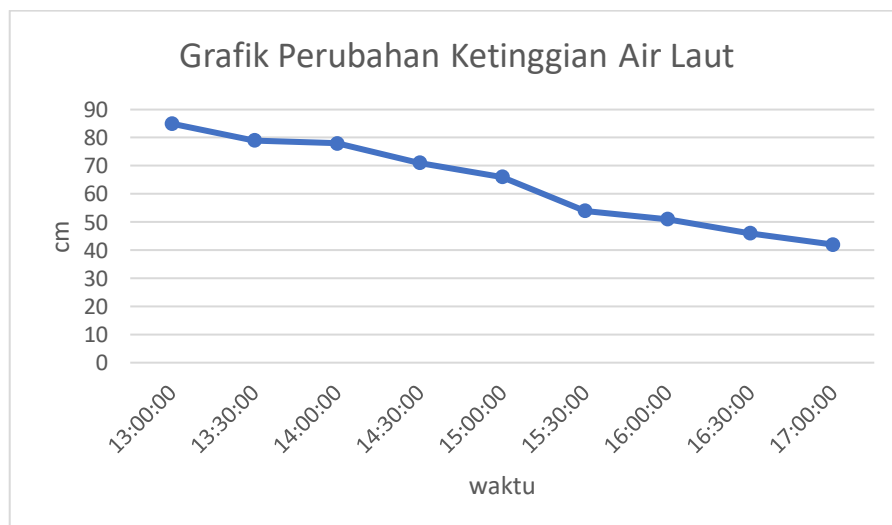
Waktu	Kecepatan Arus Laut			Ketinggian Air Laut		
	Alat (rpm)	<i>Tachometer</i> (rpm)	<i>error</i>	Alat (cm)	Meteran (cm)	<i>error</i>
13:00:00	63	62,7	0,48%	85	85,2	0,23%
13:30:00	70	71,1	1,55%	79	79,4	0,50%
14:00:00	79	78,8	0,25%	78	78	0,00%
14:30:00	85	85,1	0,12%	71	72	1,39%
15:00:00	91	90,5	0,55%	66	67	1,49%
15:30:00	100	101,1	1,09%	54	54,3	0,55%
16:00:00	103	103,0	0,00%	51	51	0,00%
16:30:00	122	123,6	1,29%	46	46,1	0,22%
17:00:00	130	128,7	1,01%	42	42	0,00%
	Rata-rata <i>error</i>		0,70%	Rata-rata <i>error</i>		0,48%

Pada Tabel 4.5, pengujian yang dilakukan selama 4 jam untuk memonitoring kecepatan arus dan ketinggian air laut di dapatkan grafik perubahan kecepatan arus dan grafik perubahan ketinggian air laut sebagai berikut.



Gambar 4.17 Grafik Perubahan Kecepatan Arus 2 Maret 2021

Dari hasil pengujian dan grafik perubahan di atas, bahwa semakin lama waktu arus mengalir, kecepatan arus akan semakin tinggi. Hal ini bisa terjadi karena kecepatan arus tertinggi terjadi pada saat menuju surut, dan pada saat menuju pasang. Berbeda halnya dengan ketinggian air laut, semakin lama arus mengalir ketinggian air laut akan menurun, seperti ditunjukkan oleh grafik perubahan ketinggian air laut pada Gambar 4.18 dibawah ini.



Gambar 4.18 Grafik Ketinggian Air Laut 2 Maret 2021

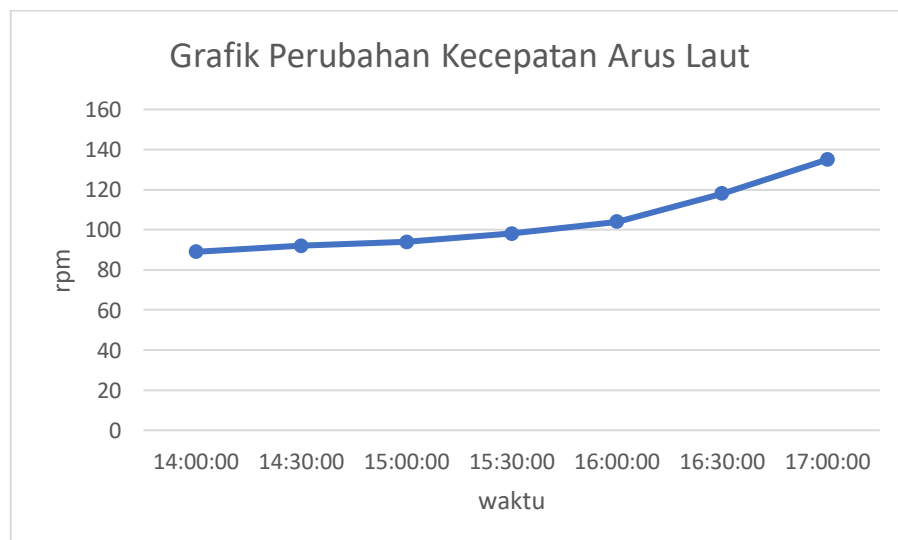
B. Pengujian alat tanggal 10 Maret 2021

Pengujian alat pada tanggal 10 Maret 2021 dilakukan selama 3 jam mulai dari jam 14.00 sampai 17.00 WIB dan didapatkan hasil pengujian pada Tabel 4.6 dibawah ini.

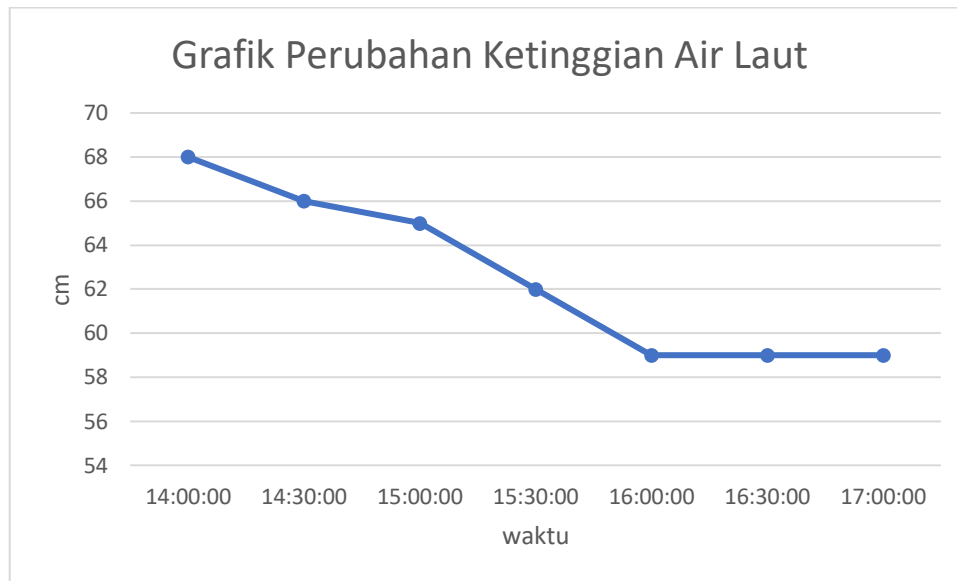
Tabel 4.6 Hasil pengujian alat tanggal 10 Maret 2021

Waktu	Kecepatan Arus Laut			Ketinggian Air Laut		
	Alat (rpm)	Tachometer (rpm)	error	Alat (cm)	Meteran (cm)	error
14:00:00	89	89,3	0,34%	68	68	0,00%
14:30:00	92	92,4	0,43%	66	66	0,00%
15:00:00	94	93	1,08%	65	65,4	0,61%
15:30:00	98	99,3	1,31%	62	61	1,64%
16:00:00	104	102	1,96%	59	60	1,67%
16:30:00	118	119,1	0,92%	59	59,2	0,34%
17:00:00	135	134,2	0,60%	59	59	0,00%
		Rata-rata error	0,94%		Rata-rata error	0,60%

Pada Tabel 4.6, pengujian yang dilakukan selama 3 jam untuk memonitoring kecepatan arus dan ketinggian air laut di dapatkan grafik perubahan kecepatan arus dan grafik perubahan ketinggian air laut sebagai berikut.



Gambar 4.19 Grafik Kecepatan Arus Laut 10 Maret 2021



Gambar 4.20 Grafik Ketinggian Air Laut 10 Maret 2021

Berdasarkan Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 diatas, dapat dilihat perubahan kondisi air laut yang konstan. Hal ini terjadi karena kondisi laut yang tenang sehingga didapatkan data perubahan yang konstan.

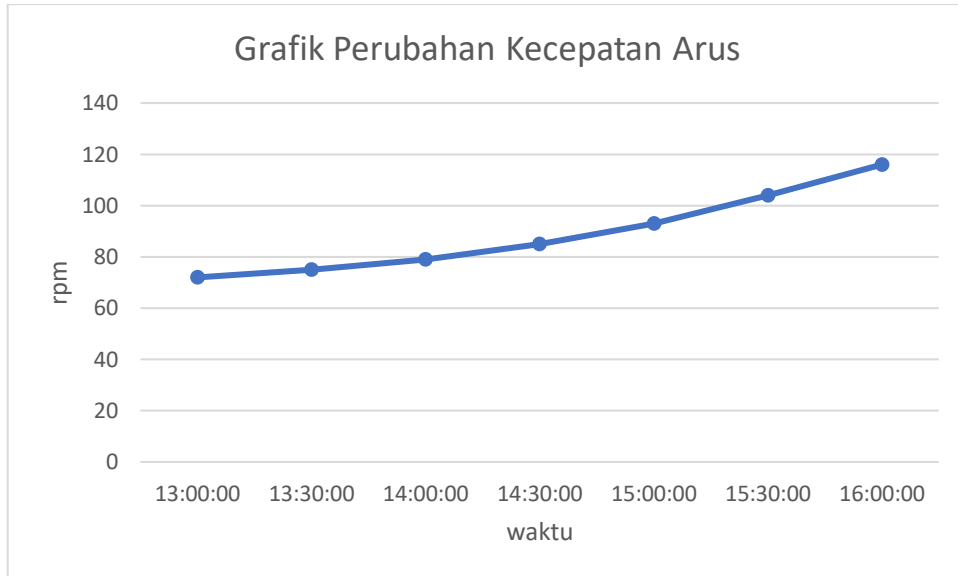
C. Pengujian alat tanggal 11 Maret 2021

Pengujian alat pada tanggal 11 Maret 2021 dilakukan selama jam mulai dari jam 13.00 sampai 16.00 WIB dan didapatkan hasil pengujian pada Tabel 4.7 dibawah ini.

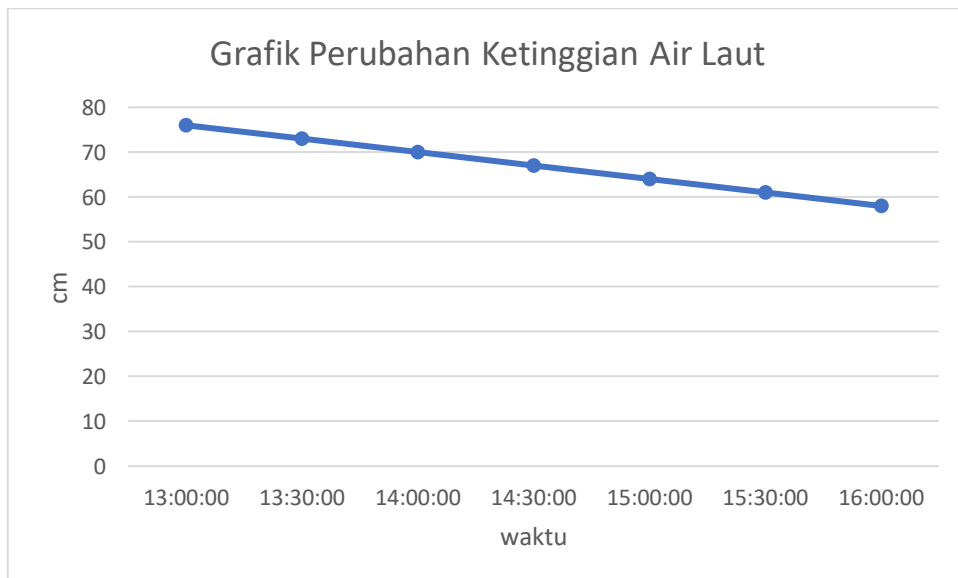
Tabel 4.7 Hasil pengujian alat tanggal 11 Maret 2021

Waktu	Kecepatan Arus Laut			Ketinggian Air Laut		
	Alat (rpm)	Tachometer (rpm)	error	Alat (cm)	Meteran (cm)	error
13:00:00	72	73	1,37%	76	76	0,00%
13:30:00	75	74,8	0,27%	73	73,2	0,27%
14:00:00	79	78,2	1,02%	70	70	0,00%
14:30:00	85	85,3	0,35%	67	67,2	0,30%
15:00:00	93	93,4	0,43%	64	64	0,00%
15:30:00	104	102,9	1,07%	61	61	0,00%
16:00:00	116	115,4	0,52%	58	58	0,00%
Rata-rata error			0,71%	Rata-rata error		0,08%

Pada Tabel 4.7, pengujian yang dilakukan selama 3 jam untuk memonitoring kecepatan arus dan ketinggian air laut di dapatkan grafik perubahan kecepatan arus dan grafik perubahan ketinggian air laut sebagai berikut.



Gambar 4.21 Grafik Kecepatan Arus Laut 11 Maret 2021



Gambar 4.22 Grafik Ketinggian Air Laut 11 Maret 2021

Pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22 dapat dilihat perubahan kondisi air laut yang konstan menandakan kondisi air laut dalam keadaan tenang.

Pada ketiga pengujian yang sudah dilakukan ada beberapa kesalahan data dalam masing masing pengujian yang diakibatkan kesalahan alat saat waktu tunda yang lama. Untuk mencari persentase kesalahan ketiga pengujian maka menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{rata - rata kesalahan alat} = \frac{\sum \% \text{kesalahan alat } n}{n} \dots \dots \dots (4.7)$$

Untuk mencari nilai akurasi alat menggunakan persamaan :

$$\text{akurasi alat} = 100\% - \text{persentase kesalahan alat} \dots \dots \dots (4.8)$$

A. Perhitungan rata-rata kesalahan alat dan akurasi alat dalam mengukur kecepatan arus laut

$$\begin{aligned} \text{rata - rata kesalahan alat} &= \frac{0,70 + 0,94 + 0,71}{3} \\ &= 0,78 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi alat} &= 100\% - 0,78\% \\ &= 99,22 \% \end{aligned}$$

B. Perhitungan rata-rata kesalahan alat dan akurasi alat dalam mengukur ketinggian air laut

$$\begin{aligned} \text{rata - rata kesalahan alat} &= \frac{0,48 + 0,60 + 0,08}{3} \\ &= 0,38 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi alat} &= 100\% - 0,38\% \\ &= 99,62 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{akurasi total} &= \frac{\sum \text{akurasi alat } n}{n} \dots \dots \dots (4.9) \\ &= \frac{99,22 + 99,62}{2} \\ &= 99,42 \% \end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan Proyek Akhir yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan dari beberapa rumusan masalah dalam Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian sensor *optocoupler* FC-03 dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan alat ukur *tachometer* dan didapatkan rata-rata persentase *error* 1,17 %.
2. Pengujian sensor ultrasonik HY-SRF05 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan penggaris 30 cm dan didapatkan rata-rata persentase *error* 1,01 %
3. Alat monitoring aliran arus pasang surut air laut melakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian dengan hasil pengukuran kecepatan arus sebesar 0,78% kesalahan alat dan akurasi 99.22% sedangkan pengukuran ketinggian air laut sebesar 0,38% kesalahan alat dan akurasi alat 99.62% yang didapat dari membandingkan alat monitoring dengan alat ukur *tachometer* dan meteran.

5.2 Saran

Alat monitoring aliran arus pasang surut air laut ini bekerja pada kondisi perairan air laut yang tenang dan sudah bekerja dengan baik, hanya saja perlu untuk megoptimalkan prinsip kerja, maka perlu dilakukan pengembangan bagi peneliti selanjutnya agar alat bisa bekerja secara optimal dalam monitoing pasang surut dalam jangka waktu yang lebih lama. Pengembangan yang bisa dilakukan sebagai berikut :

1. Menggunakan metode lain dalam pengukuran seperti metode pelampung dan lainnya.
2. Membuat alat monitoring yang dapat dipantau dalam jarak jauh seperti *internet* atau *wirreless*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khoir and M. Mufidul, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet of Thing (IoT)," Universitas Islam Sunan Ampel Surabaya, Surabaya, 2018.
- [2] M. Lolong and J. Masinambow, "Penentuan Karakteristik dan Kinerja Hidro Oceanografi Pantai (Study Kasus Inobonto)," *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, vol. 1, no. 2, pp. 128 - 129, Juli 2011.
- [3] A. A. Prasetyo, A. Zakaria and M. Welly, "Analisa Kesalahan Pemodelan Data Pasang Surut Stasiun Tanjung Priok," *JRSDD*, vol. 4, no. 3, pp. 423-434, September 2016.
- [4] T. A. Tanto, U. J. Wisha, G. Kusumah, W. S. Pranowo, S. Husrin, Ilham and A. Putra, "KARAKTERISTIK ARUS LAUT PERAIRAN TELUK BENOA – BALI," *Jurnal Ilmiah Geomatika*, vol. 23, no. 1, pp. 37 - 48, 2017.
- [5] Arduino.cc, "Arduino Nano," Arduino Store, [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. [Accessed 12 Januari 2021].
- [6] R. Pelayo, "Use LM393 IR Module as Motor Speed Sensor," TM MICROCONTROLLERS, November 2019. [Online]. Available: <https://www.teachmemicro.com/lm393-ir-module-motor-speed-sensor>. [Accessed 2 Februari 2021].
- [7] I. Y. Lonteng, Gunawan and I. Rosita, "RANCANG BANGUN SIMULASI ALAT PENDETEKSI JARAK AMAN ANTAR KENDARAAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO," *JEECOM*, vol. 2, no. 2, pp. 22 - 26, Oktober 2020.
- [8] Azhari, M. I. Jumarang and A. Muid, "Pembuatan Prototipe Alat Ukur Ketinggian Air Laut Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Mikrokontroler Atmega328," *POSITRON*, vol. IV, no. 2, pp. 64 - 70, 2014.

- [9] ElectroPeak, "DS3231 I2C Real Time Clock RTC Module," ElectroPeak inc., [Online]. Available: <https://electropeak.com/extremely-accurate-rtc-module>. [Accessed 2021 Februari 12].
- [10] ElectroPeak, "Micro SD TF Card Memory Shield Module," ElectroPeak inc., [Online]. Available: <https://electropeak.com/micro-sd-tf-card-adapter-module>. [Accessed 2021 Februari 12].

LAMPIRAN

Lampiran 1
Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

INFORMASI PRIBADI

Nama : Bambang Supriyadi
Tempat, Tanggal Lahir : Zed, 13 September 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jl. Mentok KM 25 RT/RW 006/002 Desa Zed,
Kec. Mendo Barat, Kab. Bangka, Prov. Kepulauan
Bangka Belitung, 33173
No. HP : 0822-7863-6843
Email : bambangspd77@gmail.com



RIWAYAT PENDIDIKAN FORMAL

2005 – 2011 SD Negeri 10 Zed
2011 – 2014 MTs Negeri Petaling
2014 – 2017 SMA Negeri 1 Pemali
2017 – 2021 Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

RIWAYAT PENDIDIKAN NON FORMAL

2007 – 2011 Madrasah Diniyah Nurul Iman Zed

Sungailiat, 1 Maret 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bambang Supriyadi', with a stylized flourish at the end.

Bambang Supriyadi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Rindy Clarita
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 12 Mei 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jl. Batu Dinding No. 08 Belinyu, Kab. Bangka,
Prov. Kepulauan Bangka Belitung
No. HP : 0857-8928-1147
Email : rindy420@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN FORMAL

2005 – 2011 SD Negeri 8 Belinyu
2011 – 2014 SMP Negeri 1 Belinyu
2014 – 2017 SMK YPN Belinyu
2017 – 2021 Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

RIWAYAT PENDIDIKAN NON FORMAL

2005 – 2008 TPA Nurul Iman Belinyu

Sungailiat, 1 Maret 2021

Rindy Clarita

Lampiran 2
Pemrograman Arduino

```

/*****
*****
Program :   Monitoring Aliran Arus Pasang Surut Air Laut berbasis
Arduino
Chip      :   Arduino Nano
Owner    :   Bambang Supriyadi & Rindy Clarita
*****
*****/
#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// Inisialisai Sensor Optocoupler FC-03
int encoder_pin = 2;
unsigned int rpm;
volatile byte pulses;
unsigned long timeold;
unsigned int pulsesperturn = 20; //menggunakan encoder disc 20
hole

//Inisialisasi Sensor Ultrasonik HY-SRF05
const unsigned int TRIG_PIN=A0;
const unsigned int ECHO_PIN=A1;
const unsigned int BAUD_RATE=9600;

// Inisialisasi Modul SD Card
const int CS = 10;
File dataku,datas;

// Inisialisai RTC DS3231
RTC_DS3231 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] =
{"Minggu","Senin","Selasa","Rabu","Kamis", "Jumat","Sabtu"};

// Inisialisasi LCD I2C 16x2
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int count = 1;

void counter()
{
  pulses++;
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);

//setup LCD I2C 16x2
  lcd.init();
  rtc.begin();

```

```

lcd.backlight();
lcd.setCursor(2,0);
lcd.print("PROYEK AKHIR");
delay(1000);

Serial.println("Datalogger Sensor");
delay(1000);
Serial.print("Membaca SD Card...");
if (!SD.begin(CS))
{
  Serial.println("GAGAL/SD Card rusak!");
  while (1);
}
Serial.println("Berhasil");
if (! rtc.begin())
{
  Serial.println("RTC tidak terdeteksi");
  while (1);
}
if (rtc.lostPower())
{
  Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
  rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  // following line sets the RTC to the date & time this sketch
was compiled
  // Set the current date, and time in the following format:
  // rtc.adjust(DateTime(2021, 12, 13, 14, 20, 00));
  // This line sets the RTC with an explicit date & time, for
example to set
}
// setup sensor Optocoupler
pinMode(encoder_pin, INPUT);
attachInterrupt(0, counter, FALLING);
pulses=0;
rpm=0;
timeold=0;
// setup sensor Ultrasonik
pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
Serial.begin(BAUD_RATE);
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
void loop ()
{
  // Program Utama Sensor Optocoupler untuk Mengukur Kecepatan
  arus Air laut
  if (millis()-timeold>=1000)
  {
    detachInterrupt(0);
    rpm=(60*1000/pulsesperturn)/(millis()-timeold)*pulses;
    timeold=millis();
    pulses=0;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("KECEPATAN:");

```

```

        lcd.setCursor(10,0);
        lcd.print(rpm,DEC);
        lcd.setCursor(13,0);
        lcd.print("RPM");
        attachInterrupt(0,counter,FALLING);
    }
    // Program Utama Sensor Ultrasonik untuk Mengukur Ketinggian Air
    Laut
    int pulse, jarak, ketinggian;
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

    pulse = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
    jarak = pulse / 29.1 / 2;
    ketinggian = 135 - jarak;

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("KETINGGIAN:");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(ketinggian);
    lcd.setCursor(14,1);
    lcd.print("CM");
    delay(1000);

    //menghitung hari dalam seminggu
    Serial.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);
    Serial.print(',');
    //menghitung tanggal(tanggal,bulan,tahun)
    Serial.print(now.day(), DEC);
    Serial.print('/');
    Serial.print(now.month(), DEC);
    Serial.print('/');
    Serial.print(now.year(), DEC);
    Serial.print('\t');
    //menghitung waktu(jam,menit,detik)
    Serial.print(now.hour(), DEC);
    Serial.print(':');
    Serial.print(now.minute(), DEC);
    Serial.print(':');
    Serial.print(now.second(), DEC);
    Serial.print('\t');
    //menampilkan data kecepatan di serial monitor
    Serial.print("Kecepatan= ");
    Serial.print(rpm,DEC);
    Serial.print(" rpm");
    Serial.print('\t');
    //menampilkan data ketinggian di serial monitor
    Serial.print("Ketinggian :");
    Serial.print(ketinggian);
    Serial.print(" cm");
    Serial.print('\t');
    // Program utama SD Card
    dataku = SD.open("Rabu.txt", FILE_WRITE);

```

```

//nama file diubah setiap pengambilan data
if (dataku)
{
  dataku.println("");
  dataku.print(count);
  dataku.print(".\t");
//menghitung tanggal(hari,bulan,tahun)
  dataku.print(now.day(), DEC);
  dataku.print('/');
  dataku.print(now.month(), DEC);
  dataku.print('/');
  dataku.print(now.year(), DEC);
  dataku.print('\t');
//menghitung waktu(jam,menit,detik)
  dataku.print(now.hour(), DEC);
  dataku.print(':');
  dataku.print(now.minute(), DEC);
  dataku.print(':');
  dataku.print(now.second(), DEC);
  dataku.print('\t');
//menyimpan data kecepatan
  dataku.print(rpm,DEC);
  dataku.print("\t");
//menyimpan data ketinggian
  dataku.print(ketinggian);
  dataku.print("\t");

  dataku.close();

  Serial.println(" | Data Tersimpan");
  Serial.println();

  if(count>59) count=0;
}
else
{
  Serial.println(" | Gagal Tersimpan!");
}
count = count + 1;
delay(1000);
}
////////////////////////////////////
//////////

```

Lampiran 3
Hasil Pengujian Alat Monitoring
Aliran Arus Pasang Surut Air
Laut Berbasis Arduino

Selasa, 2 Maret 2021 jam 13.00 - 17.00 WIB

02/03/2021	13:00:00	Kecepatan: 63 rpm	Ketinggian: 85 cm
02/03/2021	13:10:00	Kecepatan: 66 rpm	Ketinggian: 85 cm
02/03/2021	13:20:00	Kecepatan: 69 rpm	Ketinggian: 81 cm
02/03/2021	13:30:00	Kecepatan: 70 rpm	Ketinggian: 79 cm
02/03/2021	13:40:00	Kecepatan: 75 rpm	Ketinggian: 80 cm
02/03/2021	13:50:00	Kecepatan: 79 rpm	Ketinggian: 79 cm
02/03/2021	14:00:00	Kecepatan: 79 rpm	Ketinggian: 78 cm
02/03/2021	14:10:00	Kecepatan: 84 rpm	Ketinggian: 72 cm
02/03/2021	14:20:00	Kecepatan: 86 rpm	Ketinggian: 69 cm
02/03/2021	14:30:00	Kecepatan: 85 rpm	Ketinggian: 71 cm
02/03/2021	14:40:00	Kecepatan: 89 rpm	Ketinggian: 72 cm
02/03/2021	14:50:00	Kecepatan: 89 rpm	Ketinggian: 68 cm
02/03/2021	15:00:00	Kecepatan: 91 rpm	Ketinggian: 66 cm
02/03/2021	15:10:00	Kecepatan: 93 rpm	Ketinggian: 63 cm
02/03/2021	15:20:00	Kecepatan: 96 rpm	Ketinggian: 60 cm
02/03/2021	15:30:00	Kecepatan: 100 rpm	Ketinggian: 54 cm
02/03/2021	15:40:00	Kecepatan: 98 rpm	Ketinggian: 53 cm
02/03/2021	15:50:00	Kecepatan: 102 rpm	Ketinggian: 53 cm
02/03/2021	16:00:00	Kecepatan: 103 rpm	Ketinggian: 51 cm
02/03/2021	16:10:00	Kecepatan: 110 rpm	Ketinggian: 47 cm
02/03/2021	16:20:00	Kecepatan: 115 rpm	Ketinggian: 47 cm
02/03/2021	16:30:00	Kecepatan: 122 rpm	Ketinggian: 46 cm
02/03/2021	16:40:00	Kecepatan: 129 rpm	Ketinggian: 45 cm
02/03/2021	16:50:00	Kecepatan: 129 rpm	Ketinggian: 45 cm
02/03/2021	17:00:00	Kecepatan: 130 rpm	Ketinggian: 42 cm

Rabu, 10 Maret 2021 jam 14:00 - 17:00 WIB

10/03/2021	14:00:00	Kecepatan: 89 rpm	Ketinggian: 68 cm
10/03/2021	14:10:00	Kecepatan: 90 rpm	Ketinggian: 67 cm
10/03/2021	14:20:00	Kecepatan: 87 rpm	Ketinggian: 69 cm
10/03/2021	14:30:00	Kecepatan: 92 rpm	Ketinggian: 66 cm
10/03/2021	14:40:00	Kecepatan: 90 rpm	Ketinggian: 64 cm
10/03/2021	14:50:00	Kecepatan: 92 rpm	Ketinggian: 65 cm

10/03/2021	15:00:00	Kecepatan: 94 rpm	Ketinggian: 65 cm
10/03/2021	15:10:00	Kecepatan: 95 rpm	Ketinggian: 63 cm
10/03/2021	15:20:00	Kecepatan: 95 rpm	Ketinggian: 60 cm
10/03/2021	15:30:00	Kecepatan: 98 rpm	Ketinggian: 62 cm
10/03/2021	15:40:00	Kecepatan: 102 rpm	Ketinggian: 61 cm
10/03/2021	15:50:00	Kecepatan: 105 rpm	Ketinggian: 60 cm
10/03/2021	16:00:00	Kecepatan: 104 rpm	Ketinggian: 59 cm
10/03/2021	16:10:00	Kecepatan: 109 rpm	Ketinggian: 58 cm
10/03/2021	16:20:00	Kecepatan: 114 rpm	Ketinggian: 57 cm
10/03/2021	16:30:00	Kecepatan: 118 rpm	Ketinggian: 59 cm
10/03/2021	16:40:00	Kecepatan: 126 rpm	Ketinggian: 57 cm
10/03/2021	16:50:00	Kecepatan: 130 rpm	Ketinggian: 56 cm
10/03/2021	17:00:00	Kecepatan: 135 rpm	Ketinggian: 59 cm

Kamis, 11 Maret 2021 jam 13:00 - 16:00

11/03/2021	13:00:00	Kecepatan: 72 rpm	Ketinggian: 76 cm
11/03/2021	13:10:00	Kecepatan: 70 rpm	Ketinggian: 75 cm
11/03/2021	13:20:01	Kecepatan: 74 rpm	Ketinggian: 76 cm
11/03/2021	13:30:00	Kecepatan: 75 rpm	Ketinggian: 73 cm
11/03/2021	13:40:00	Kecepatan: 75 rpm	Ketinggian: 72 cm
11/03/2021	13:50:00	Kecepatan: 79 rpm	Ketinggian: 71 cm
11/03/2021	14:00:00	Kecepatan: 79 rpm	Ketinggian: 70 cm
11/03/2021	14:10:00	Kecepatan: 84 rpm	Ketinggian: 70 cm
11/03/2021	14:20:00	Kecepatan: 86 rpm	Ketinggian: 69 cm
11/03/2021	14:30:00	Kecepatan: 85 rpm	Ketinggian: 67 cm
11/03/2021	14:40:00	Kecepatan: 88 rpm	Ketinggian: 68 cm
11/03/2021	14:50:00	Kecepatan: 90 rpm	Ketinggian: 66 cm
11/03/2021	15:00:00	Kecepatan: 93 rpm	Ketinggian: 64 cm
11/03/2021	15:10:00	Kecepatan: 94 rpm	Ketinggian: 63 cm
11/03/2021	15:20:00	Kecepatan: 96 rpm	Ketinggian: 63 cm
11/03/2021	15:30:00	Kecepatan: 104 rpm	Ketinggian: 61 cm
11/03/2021	15:40:00	Kecepatan: 105 rpm	Ketinggian: 62 cm
11/03/2021	15:50:00	Kecepatan: 109 rpm	Ketinggian: 60 cm
11/03/2021	16:00:00	Kecepatan: 116 rpm	Ketinggian: 58 cm