

SKRIPSI

**RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN ARAH ARUS, KECEPATAN
ARUS, DAN SALINITAS AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh

SINTICHE RAMBA MATANDE

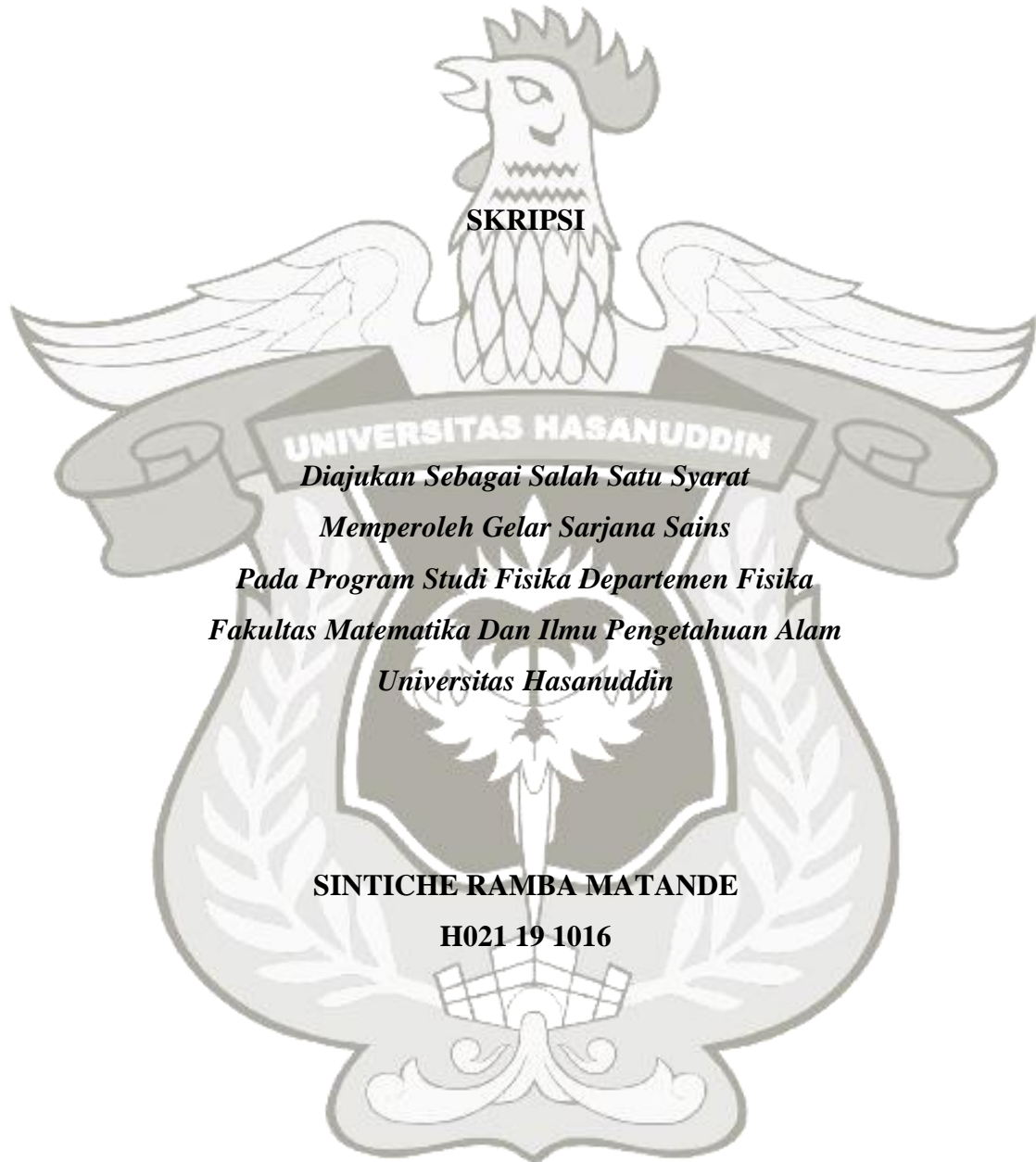
H021 19 1016



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN ARAH ARUS, KECEPATAN
ARUS, DAN SALINITAS AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS***



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN ARAH ARUS, KECEPATAN
ARUS, DAN SALINITAS AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh:

SINTICHE RAMBA MATANDE

H021 19 1016

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada 23 Januari 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan:

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

Pembimbing Pertama



Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.
NIP. 19550105 197802 1 001

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sintiche Ramba Matande
NIM : H021191016
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN ARAH ARUS, KECEPATAN ARUS, DAN SALINITAS AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambilalihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 23 Januari 2024

Yang Menyatakan



Sintiche Ramba Matande
H021191016

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang mayoritas wilayahnya terdiri dari lautan sehingga keberadaan laut ini menjadi bagian penting bagi masyarakat Indonesia. Pengukuran tentang arus dan salinitas air laut diperlukan untuk menunjang kajian lingkungan laut dan pesisir. pengukuran ini mempunyai kendala karena pengukurannya membutuhkan biaya yang besar dan tidak dapat diakses secara *realtime*. Pada penelitian ini, sistem yang dibuat dapat mengukur arah arus, kecepatan arus dan salinitas air laut secara *realtime* yang dapat dipantau melalui *webserver* ThingSpeak sebagai *platform* IoT. Pengukuran dilakukan di Pantai Soreang. Hasil pengukuran sensor diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno dan ditransmisikan melalui LoRa sebagai pengiriman jarak jauh ke *webserver* ThingSpeak. Analisis data hasil kalibrasi sensor HMC5883L, sensor YF-S201, dan salinitas masing-masing menunjukkan tingkat kesalahan sebesar 0.49%, 0,83%, dan 2.12%. Hasil pengukuran menunjukkan rentang arah arus 215,01-225,70 derajat, rata-rata kecepatan arus yaitu 0,35 m/s, dan rata-rata salinitas 0,34 ppt. Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuan pengukuran *realtime* yang dapat diakses secara efisien melalui *webserver* ThingSpeak, memperkuat peran teknologi pemantauan lingkungan laut dan meningkatkan potensi penerapan solusi yang lebih baik dalam mengelola ekosistem perairan laut.

Kata kunci: *HMC5883L; YF-S201; salinitas; LoRa; ThingSpeak*

ABSTRACT

Indonesia is a country where the majority of its territory consists of oceans, making the presence of the sea a crucial aspect for its people. Measurements of ocean currents and salinity are necessary to support studies on marine and coastal environments. However, these measurements face challenges due to the high associated costs and the inability to access data in real-time. In this study, a system was developed to measure the direction, velocity, and salinity of ocean currents in real-time, which can be monitored through the ThingSpeak webserver as an IoT platform. The measurements were conducted at Soreang Beach. Sensor measurements were processed by an Arduino Uno microcontroller and transmitted via LoRa for remote delivery to the ThingSpeak webserver. The analysis of calibration data for the HMC5883L sensor, the YF-S201 sensor, and salinity sensor each revealed error rates of 0.49%, 0.83%, and 2.12%, respectively. The measurement results indicated a range of current directions between 215.01-225.70 degrees, an average current velocity of 0.35 m/s, and an average salinity of 0.34 ppt. The system's advantage lies in its real-time measurement capability, which can be efficiently accessed through the ThingSpeak webserver. This strengthens the role of marine environmental monitoring technology and enhances the potential for implementing better solutions in managing marine ecosystems.

Keywords: *HMC5883L; YF-S201; salinity; LoRa; ThingSpeak*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Buat Sistem Pemantauan Arah arus, Kecepatan Arus, dan Salinitas Air Laut Berbasis *Internet of Things*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak yang memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua, papa **Paulus Tumba Rante** dan mama **Agustina Pabida** yang tak henti-hentinya memberikan dukungan doa, nasihat, dan kasih sayang kepada penulis. Terima kasih juga kepada Kak **Samuel Ramba Matande**, Kak **Sartika Ramba Matande** dan adik **Sara Tumba Rante** yang selalu memberikan motivasi, membantu dalam memenuhi keperluan dan menyelesaikan masalah selama ini.
2. **Prof. Dr. Arifin M.T** selaku pembimbing utama dan **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.** selaku pembimbing pendamping penulis yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya ditengah kesibukan untuk senantiasa memberikan arahan dan dorongan kepada penulis dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu **Ida Laila S. Si., M. Si** dan Bapak **Eko Juarlin S. Si., M. Si** selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam memberikan masukan serta kritikan yang membangun kepada penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
4. **Kak Ida dan Kak Qoil** untuk segala ilmu yang telah dibagikan dalam proses penyelesaian penelitian ini. Terima kasih juga untuk segala bantuannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

5. Segenap jajaran **Dosen Pengajar** dan **Staf Departemen Fisika** yang telah banyak membantu, memberikan ilmu-ilmunya, serta berbagai kemudahan lainnya yang diberikan selama menempuh pendidikan sarjana di Departemen Fisika.
6. Untuk “**Kelompok 2 dengan Rasak**”: **Nanda, Icha, dan Rasak** yang setia mendukung, sebagai tempat berbagi cerita random dan semua yang sudah dilakukan bersama walaupun sudah beda-beda kampus. Terima kasih walau jarang bertemu tapi tetap akrab walau kalau mau kumpul susah banget.
7. **Suci Ramadani** sebagai partner penelitian. Terima kasih telah kebersamai penulis dari awal penelitian sampai selesai, dan melakukan semuanya bersamasama mulai dari persiapan sampai proses penyelesaian penelitian.
8. **Rati dan Eka**, terima kasih karena senantiasa kebersamai penulis. Terima kasih untuk setiap motivasi, bantuan, dan doanya untuk penulis.
9. **Elins 2019**, terima kasih sudah menjadi teman *sharing* penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
10. Teman seperjuangan di **Fisika 2019** dan **Himafi 2019** terima kasih untuk pengalaman yang boleh di bagi satu sama lain selama masa perkuliahan.
11. **Geng PK 4** dan **Marta Marto**. Terima kasih untuk setiap moment yang boleh dilewati bersama.
12. **PMKO Filedelfia MIPA_Farmasi Unhas** dan **GMKI Komisariat FMIPA Unhas**, terima kasih sudah menjadi wadah untuk bertumbuh selama ini. Terima kasih untuk kenangannya selama kegiatan-kegiatannya.
13. **Teman KKNT PS Enrekang 108 posko 9**. Terima kasih dua bulannya selama ber-kkn dan terima kasih juga untuk setiap dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.
14. Kepada seluruh pihak yang mungkin tidak sempat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala dukungan, partisipasi, dan apresiasinya yang diberikan kepada penulis.

Penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi pembaca, serta menjadi dasar untuk penelitian lebih

lanjut di bidang yang sama. Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan dan pengetahuan baru.

Makassar, 23 Januari 2024

Sintiche Ramba Matande

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Arus Laut	4
II.2 Salinitas Air Laut.....	4
II.3 Arduino Uno	4
II.4 <i>Long Range</i>	5
II.5 Sensor	7
II.5.1 Sensor HMC5883L	7
II.5.2 Sensor YF-S201	8
II.5.3 Sensor Salinitas	10
II.6 <i>Internet of Things</i>	10
II.7 ThingSpeak.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
III.2 Peralatan Penelitian	12
III.3 Prosedur Penelitian.....	12

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
IV.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem	18
IV.1.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	19
IV.1.2 Hasil Pembuatan Perangkat Lunak	19
IV.2 Kalibrasi Sensor	21
IV.2.1 Sensor HMC5883L.....	21
IV.2.2 Sensor YF-S201.....	22
IV.2.3 Sensor Salinitas.....	23
IV.3 Hasil Pengujian Sistem	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
V.1 Kesimpulan.....	29
V.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno	10
Gambar 2.2 Modul LoRa ESP 32	11
Gambar 2.3 Sensor HMC5883L	11
Gambar 2.4 Ilustrasi blok pada sensor YF-S201	12
Gambar 2.5 Sensor YF-S201	12
Gambar 2.6 Sensor salinitas	15
Gambar 2.7 Tampilan ThingSpeak	18
Gambar 3.1 Prosedur penelitian	20
Gambar 3.2 Rangkaian perangkat keras	21
Gambar 3.3 Perancangan perangkat lunak	10
Gambar 3.4 Bagan alir penelitian	11
Gambar 4.1 Hasil pembuatan sistem	11
Gambar 4.2 Hasil pembuatan perangkat keras	12
Gambar 4.3 Tampilan <i>channel</i> ThingSpeak	12
Gambar 4.4 Tampilan Python secara <i>realtime</i> saat melakukan pengukuran.....	15
Gambar 4.5 Grafik kalibrasi sensor HMC5883L	18
Gambar 4.6 Grafik kalibrasi sensor YF-S201	20
Gambar 4.7 Grafik kalibrasi sensor salinitas	21
Gambar 4.8 Hasil pengukuran arah arus.....	10
Gambar 4.9 Hasil pengukuran kecepatan arus	11
Gambar 4.10 Hasil pengukuran salinitas	11
Gambar 4.11 Tampilan hasil pengukuran pada ThingSpeak.....	12
Gambar 4.12 Tampilan hasil pengukuran pada aplikasi ThingView	12

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan antara LoRa dan protokol komunikasi lainnya	15
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel kalibrasi sensor HMC5883L	31
Lampiran 2. Tabel hasil kalibrasi sensor YF-S201	31
Lampiran 3. Tabel hasil kalibrasi sensor salinitas.....	32
Lampiran 4. Konversi nilai ADC sensor salinitas ke nilai digital	31
Lampiran 5. Program Arduino Uno.....	31
Lampiran 6. Tabel hasil pengukuran	32

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang mayoritas wilayahnya terdiri dari lautan yang mencapai dua pertiga dari total luasnya. Secara geografis, Indonesia terletak di antara dua benua yaitu Benua Asia dan Benua Australia dan dua samudra yaitu Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Letak geografis yang strategis tersebut menjadikan Indonesia memiliki keunggulan dan ketergantungan yang tinggi terhadap kelautan [1]. Keberadaan laut ini menjadi bagian penting bagi masyarakat Indonesia karena digunakan oleh masyarakat sekitar sebagai sumber mata pencarian seperti pelayaran dan penangkapan ikan [2].

Oseanografi adalah ilmu yang mempelajari proses-proses fisis dan dinamis air laut yang meliputi pasang surut, gelombang laut, arus laut, suhu dan salinitas [3]. Kajian oseanografi meliputi pada masalah-masalah kelautan dalam skala lokal, regional, dan global baik yang bersifat kajian murni (*pure research*) maupun kajian terapan. Pengukuran tentang arus dan salinitas air laut diperlukan untuk menunjang kajian lingkungan laut dan pesisir, menunjang eksplorasi sumber daya laut, serta menunjang pengembangan dan penerapan rekayasa dan teknologi kelautan [4].

Menurut Undang-undang (UU) Nomor 31 Tahun 2009, Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) merupakan lembaga pemerintah yang memiliki tanggung jawab untuk melakukan pemantauan aspek meteorologi dan klimatologi di wilayah laut [5]. BMKG mendukung informasi tentang arus laut, salinitas, dan beberapa parameter oseanografi lainnya [6]. Saat ini, BMKG memperoleh data parameter oseanografi melalui penggunaan data satelit, pemodelan, dan *current meter* [1]. BMKG melalui Pusat Meteorologi Kelautan mengeluarkan peta produk untuk memperkirakan arus laut pada beberapa kedalaman berbeda. Peta tersebut berasal dari data pemodelan *Ocean Forecasting System* (OFS) BMKG. Kualitas peramalan arus laut dan salinitas dengan menggunakan model dapat dilihat melalui proses verifikasi menggunakan peralatan observasi. Pengamatan arus laut dan salinitas mempunyai kendala karena tidak

semua Stasiun Meteorologi Laut mempunyai alat pengamatan mengenai hal tersebut [6].

Perkembangan teknologi saat ini menyebabkan alat-alat menjadi semakin murah dengan kemampuan yang semakin baik sehingga semakin memudahkan untuk melakukan proses pengukuran. Beberapa penelitian tentang pemanfaatan teknologi dalam mengukur arus laut dan salinitas telah banyak dilakukan, seperti Sugiarto dan Wijaya (2018) melakukan pengukuran arah menggunakan sensor HMC5883L, kecepatan arus laut menggunakan sensor YF-S201 dan suhu permukaan air laut menggunakan sensor DS18B20 [6], Arwa S.,k dan Young,O.,K (2023) mengukur kecepatan air sungai menggunakan sensor YF-S201 dan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik [7] dan Ariza, dkk (2021) mengukur salinitas menggunakan sensor salinitas dan suhu air sungai menggunakan sensor DS18B20 berbasis IoT [8]. Penelitian tersebut masih memiliki kekurangan dimana hasil pengukuran belum dapat diakses secara *realtime* dan juga jarak jangkauan dari sistem masih terbatas.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran arah arus laut, kecepatan arus laut dan salinitas air laut yang dapat diakses secara *realtime* dan memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh menggunakan LoRa. Hasil dari masing-masing pengukuran ini dapat dilihat melalui ThingSpeak.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pemantauan arah arus, kecepatan arus, dan salinitas air laut berbasis *internet of things*?
2. Bagaimana mengkalibrasi sensor HMC5883L, sensor YF-S201, dan sensor salinitas pada sistem pemantauan arah arus, kecepatan arus, dan salinitas air laut berbasis *internet of things*?
3. Bagaimana menganalisis data hasil pengukuran pada sistem pemantauan arah arus, kecepatan arus, dan salinitas air laut berbasis *internet of things*?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat sistem pemantauan arah arus, kecepatan arus, dan salinitas air laut berbasis *internet of things*.

2. Mengkalibrasi sensor HMC5883L, sensor YF-S201, sensor salinitas pada sistem pemantauan arah arus, kecepatan arus, dan salinitas air laut berbasis *internet of things*.
3. Menganalisis data hasil pengukuran pada sistem pemantauan arah arus, kecepatan arus, dan salinitas air laut berbasis *internet of things*.

I.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini yaitu merancang dan membuat sistem untuk mengukur arah arus laut, kecepatan arus laut, dan salinitas air laut menggunakan sensor YF-S201, sensor HMC5883L, sensor salinitas. Pengirim dan penerimaan data menggunakan modul LoRa. Hasil pengukuran ditampilkan di ThingSpeak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Arus Laut

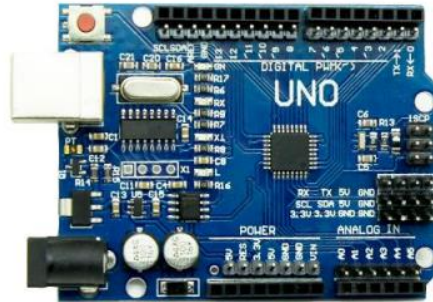
Arus laut merupakan gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain yang terjadi secara terus menerus [9]. Arus laut dapat terjadi di laut manapun [10]. Arus laut terjadi karena adanya tiupan angin, perbedaan kadar garam, dan perbedaan suhu [9]. Arus berperan penting dalam siklus oseanografi karena mempengaruhi kegiatan navigasi, keselamatan pelayaran, penetapan batas wilayah atau daerah laut, studi dinamika pesisir, dan pengelolaan sumber daya laut [11].

II.2 Salinitas Air Laut

Kadar garam air dikenal dengan istilah salinitas yang merupakan sebuah tingkat kadar garam yang terlarut dalam 1 kilogram air. Satuan salinitas adalah *part per thousand* (ppt). Secara umum salinitas permukaan perairan Indonesia rata-rata berkisar 33 ppt sampai 37 ppt [12]. Tingkat salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu suhu, penguapan, curah hujan, jumlah air yang bermuara ke laut, dan konsentrasi zat terlarut. Salinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses budidaya di laut misalnya budidaya rumput laut [13].

II.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin masukan/keluaran dimana 6 pin masukan digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 pin masukan analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *power jack*, *ICSP header*, dan tombol reset. Arduino Uno beroperasi pada tegangan 5V dan memiliki memori *non-volatile* dan EEPROM [14, 15]. Bentuk Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arduino Uno [15]

Adapun spesifikasi Arduino Uno [16] yaitu:

1. Mikrokontroler berbasis ATmega328
2. Tegangan operasi 5 V DC
3. Tegangan masukan 7 - 12 V
4. Digital I/O pin 14 dengan 6 PWM
5. Masukan analog 6 buah
6. Arus DC per I/O 40 mA
7. *Flash Memory* 32 Kb
8. SRAM 2 Kb
9. EEPROM 1 Kb
10. *Clock speed* 16 Mhz

II.4 Long Range

Long Range (LoRa) adalah teknologi komunikasi nirkabel yang banyak digunakan dalam aplikasi IoT [17]. LoRa merupakan sebuah sistem komunikasi *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) [18] yang memiliki kemampuan transmisi jarak jauh, hemat biaya, konsumsi daya rendah, skalabilitas tinggi, dan *Quality of Service* (QoS) [19]. LoRa didasarkan pada modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS) [18] yang memiliki karakteristik daya rendah seperti modulasi *Frequency Shift Keying* (FSK) tetapi dapat digunakan untuk komunikasi jarak jauh [20]. Jaringan LoRa menggunakan topologi *star to star* dimana dibutuhkan suatu jembatan penghubung antara *end device* dengan server yang disebut gateway. Jaringan ini menggunakan gateway yang berperan sebagai saluran untuk semua lalu lintas jaringan. Semua transmisi jaringan dari *end-node* diarahkan ke koordinator

pusat. Topologi star membantu meminimalisir penggunaan jumlah lalu lintas jaringan [21].

Komponen minimum *transceiver* LoRa atau lebih dikenal dengan modul LoRa tidak berdiri sendiri untuk membentuk komunikasi jarak jauh. Diperlukan modul-modul minimum yaitu modul pengendali mikro, sumber tegangan, dan antena agar LoRa dapat bekerja baik sebagai pemancar maupun sebagai penerima maupun keduanya (*transceiver*). Pengendali mikro berfungsi menyimpan program aplikasi dan mengendalikan informasi yang akan dikirim maupun diterima. Antena berfungsi memancar sinyal LoRa dari modul LoRa dan sumber energi yang berfungsi menyediakan energi bagi mikrokontroler dan LoRa itu sendiri [22]. Gambar 2.2 merupakan salah satu jenis dari LoRa ESP 32.



Gambar 2.2 Modul LoRa ESP 32 [23]

Adapun spesifikasi dari LoRa [24] yaitu:

1. Memiliki frekuensi 240 MHZ
2. *Chip* utama yaitu ESP32
3. Jarak komunikasi lebih dari 2,8 KM
4. Kapasitas komputasi diatas 600 DMIPS
5. Tegangan operasi 3,3 - 7 V
6. Suhu operasi yaitu -40 - 90⁰C
7. *Chip* adaptor USB menggunakan CP2102

Perbandingan antara LoRa dan protokol komunikasi yang lain seperti Bluetooth, Zigbee, dan wifi ditunjukkan pada Tabel 2.1 [20].

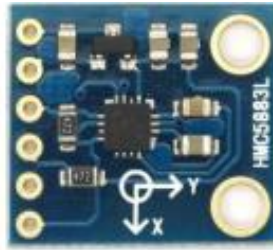
Tabel 2.1 Perbandingan antara LoRa dan protokol komunikasi lainnya

Karakteristik	Bluetooth	ZigBee	wifi	LoRa
Maksimal perangkat akhir	255	lebih dari 64.000	tergantung pada alamat IP	lebih dari 5000
Konsumsi daya	30 mA	30 mA	100 mA	17 mA
Jarak jangkauan	10 m	10 - 100 m	100 m	lebih dari 15 km
Kecepatan data	1 Mbps	250 kbps	11 Mbps dan 54 Mbps	290 bps sampai 50 kbps
Biaya relatif	rendah	rendah	medium	rendah
Topologi	<i>star</i>	<i>star dan mesh</i>	<i>star dan point to point</i>	<i>star</i>
Teknik transmisi	<i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>	<i>Direct Spread Spectrum Sequence</i>	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>	<i>Chirp Spread Spectrum</i>

II.5 Sensor

II.5.1 Sensor HMC5883L

Sensor HMC5883L atau biasa juga disebut sebagai kompas digital merupakan sensor magnetometer digital 3 sumbu yang dapat digunakan untuk mendeteksi medan magnetik di sekitar sensor [25]. Sensor ini menggunakan komponen utama berupa IC HMC5883L yang merupakan IC kompas digital 3 sumbu yang memiliki *interface* berupa dua pin I2C [26]. Protokol komunikasi yang digunakan adalah I2C sehingga dapat dihubungkan, dan dibaca hasil pengolahan sensor dengan menggunakan mikrokontroler [27]. Sensor ini bekerja dengan menggunakan medan magnet bumi sebagai acuan titik medan magnet di sisi utara dan selatan dan memiliki akurasi kompas 1 hingga 2 derajat [25]. Bentuk sensor HMC5883L dapat dilihat pada Gambar 2.3.



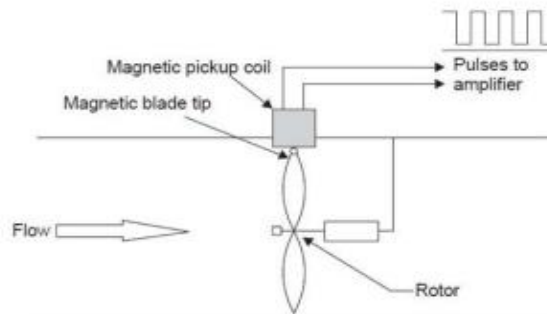
Gambar 2.3 Sensor HMC5883L [27]

Adapun spesifikasi sensor HMC5883L [26] yaitu:

1. Tegangan operasi 3 - 6 V
2. Memiliki sensor magnetik dengan tipe 3 axis *magnetoresistive*
3. Memiliki jangkauan pembacaan medan magnet hingga ± 8 Gauss dengan resolusi 5 milligauss
4. Memiliki akurasi kompas hingga 1 – 2 derajat
5. Kecepatan keluaran maksimum data hingga 160 Hz
6. Menggunakan *interface* I2C yang dapat dihubungkan dengan berbagai jenis sistem mikrokontroler
7. Memiliki dimensi modul yang kecil dan kompak sehingga mudah ditempatkan di berbagai aplikasi

II.5.2 Sensor YF-S201

Sensor YF-S201 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi aliran air yang melewati saluran sensor [28]. Sensor ini terdiri dari katup plastik, rotor air, dan sensor *hall effect* [29]. Sensor YF-S201 bekerja dengan memanfaatkan prinsip *hall effect* [30]. Sensor *hall effect* yang terdapat dalam sensor YF-S201 akan mengeluarkan keluaran pulsa sesuai dengan besarnya aliran air [28]. Ketika air mengalir melewati rotor, rotor akan berputar [31]. Kecepatan putaran rotor bergantung pada kecepatan aliran air yang melewatinya, dan setiap putaran rotor akan menghasilkan satu impuls atau pulsa listrik. Sensor akan mengukur jumlah pulsa dan menghitung jumlah air yang mengalir berdasarkan frekuensi pulsa yang dihasilkan oleh rotor [30]. Ilustrasi cara kerja sensor dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Ilustrasi blok pada sensor YF-S201 [30]

Aliran fluida yang masuk ke sensor mengakibatkan adanya debit air yang merupakan jumlah volume suatu fluida yang mengalir melalui penampang tertentu pada selang waktu tertentu [32]. Persamaan yang menyatakan debit dapat dilihat pada Persamaan 2.1 [33]:

$$Q = \frac{V}{t} = A v \quad 2.1$$

dimana:

Q = Debit fluida (m^3/s)

V = Volume fluida (m^3)

t = Selang waktu (s)

A = Luas penampang (m^2)

v = Kecepatan aliran (m/s)

Sensor YF-S201 bekerja pada rentang tegangan 5 V sampai 18 V DC, dengan tegangan keluaran 5V digital. Sensor ini dapat bekerja dengan kecepatan aliran dari 1 - 30L/m, pada suhu $-25 - 80^{\circ}C$ dan kelembapan 35 - 80% RH, dan tekanan maksimal 2,0 MPa [34]. Gambar 2.5 merupakan bentuk dari sensor YF-S201.



Gambar 2.5 Sensor YF-S201 [31]

II.5.3 Sensor Salinitas

Sensor salinitas atau bisa disebut sensor konduktivitas adalah sebuah sensor yang dapat mengukur konduktivitas dalam air [35]. Semakin tinggi konduktivitas maka semakin tinggi kadar garamnya [12]. Sensor ini menggunakan prinsip konduktivitas yang menggunakan dua elektrode pada jarak tertentu [16]. Sebuah larutan dapat menghantarkan arus listrik yang mengalir dengan transportasi ion. Peningkatan konsentrasi ion dalam larutan menyebabkan nilai sebuah konduktivitas akan semakin meningkat juga [35]. Pada saat pengukuran, kedua elektrode ini dicelupkan ke dalam larutan kemudian sensor akan menghitung konduktivitas listrik larutan [16]. Gambar 2.6 menunjukkan bentuk sensor salinitas.



Gambar 2.6 Sensor salinitas [16]

Spesifikasi sensor salinitas [36] yaitu:

1. Tegangan masukan DC 5V
2. Menggunakan elektrode *stainless steel*
3. Keluaran analog 5V
4. Sensor berada di dalam pipa PVC 1/2" dengan panjang pipa 18 cm
5. Berat sensor 150 gram

II.6 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah inovasi baru yang memungkinkan komunikasi antara perangkat elektronik dan sensor melalui jaringan internet [37]. Dengan menggunakan sensor dan jaringan komunikasi yang tepat, perangkat ini dapat memberikan data berharga dan memungkinkan menawarkan beragam layanan bagi masyarakat. IoT memiliki beragam aplikasi seperti dibidang manufaktur, logistik, industri, pemantauan lingkungan, sistem dan layanan

kesehatan, pengelolaan energi, dan lain sebagainya. Saat merencanakan aplikasi IoT, langkah pertama yaitu pemilihan komponen IoT seperti perangkat sensor, protokol komunikasi, penyimpanan data, dan komputasi harus sesuai dengan aplikasi yang direncanakan [38].

II.7 ThingSpeak

ThingSpeak adalah suatu *platform* IoT berbasis *webservice* yang memungkinkan pengumpulan, visualisasi, dan analisis data secara *realtime* [39]. ThingSpeak menggunakan protokol HTTP melalui *cloud* atau *Local Area Network* untuk mengambil dan menyimpan data. ThingSpeak memiliki kemampuan untuk menyediakan kunci API untuk berbagi saluran yang dibuat sehingga pertukaran data melalui *cloud* aman. Saluran di Thingspeak diperbaharui setiap menit dan diatur sebagai grafik garis kontinu [40]. *Platform* ini dapat diakses secara gratis dengan beberapa fasilitas yang dapat digunakan [41]. Gambar 2.7 merupakan contoh tampilan Thingspeak [39].



Gambar 2.7 Tampilan ThingSpeak [39]