

Skripsi

**RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN PASANG SURUT DENGAN
MENGUKUR TINGGI GELOMBANG DAN SUHU AIR LAUT BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

SUCI RAMADANI

H021191008



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

**RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN PASANG SURUT DENGAN
MENGUKUR TINGGI GELOMBANG DAN SUHU AIR LAUT BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI



*Diajukan Sebagai Salah Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

SUCI RAMADANI

H021191008

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN PASANG SURUT DENGAN MENGUKUR TINGGI GELOMBANG DAN SUHU AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Disusun dan diajukan oleh:

SUCI RAMADANI

H021191008

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

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Arifin, M. T.
NIP. 196705201994031002

Pembimbing Pertama



Ida Laila, S.Si., M.Si.
NIP. 7317054201980001

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Arifin, M.T.
NIP. 196705201994031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suci Ramadani
NIM : H021191008
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

RANCANG BUAT SISTEM PEMANTAUAN PASANG SURUT DENGAN MENGUKUR TINGGI GELOMBANG DAN SUHU AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambil alihan 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



Suci Ramadani
H021191008

ABSTRAK

Aktivitas antropogenik telah mengakibatkan perubahan substansial dalam dinamika pesisir dan lautan, yang secara langsung memengaruhi pola pasang surut dan tinggi gelombang. Dalam makalah ini, peneliti membuat alat pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau perubahan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut secara *realtime*. Pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut dilakukan menggunakan sensor HCSR-04 dan sensor DS18B20 yang diintegrasikan dengan Arduino Uno sebagai pengontrol sistem, serta modul LoRa sebagai solusi komunikasi jarak jauh. Data hasil pengukuran dari sensor HCSR-04 dan sensor DS18B20 diproses oleh Arduino Uno dan ditransmisikan melalui modul LoRa ke webserver ThingSpeak. Analisis data menunjukkan rata-rata hasil kalibrasi sensor HCSR-04 dengan tingkat kesalahan sebesar 0,40% dan tingkat akurasi mencapai 99,60%, sensor DS18B20 dengan tingkat kesalahan 0,31% dan tingkat akurasi mencapai 99,69%. Hasil pengukuran di Pantai Soreang Takalar Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan nilai maksimum pasang surut mencapai 85 cm, sementara tinggi gelombang maksimum mencapai 71 cm, dan rata-rata suhu air laut 30,63 °C. Sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT yang telah dibuat berhasil dalam pengujian dengan tingkat akurasi tinggi, transmisi data *realtime*, dan informasi lokal yang relevan di Pantai Soreang Takalar.

Kata Kunci: *IoT; Pasang surut; Tinggi gelombang; LoRa; ThingSpeak.*

ABSTRACT

Anthropogenic activities have resulted in substantial changes in coastal and ocean dynamics, directly affecting tidal patterns and wave height. In this paper, researchers created an Internet of Things (IoT)-based monitoring tool to monitor tidal changes by measuring wave height and seawater temperature in realtime. Tidal monitoring by measuring wave height and sea water temperature is carried out using HCSR-04 sensor and DS18B20 sensor integrated with Arduino Uno as the system controller, as well as LoRa module as a remote communication solution. Measurement data from HCSR-04 and DS18B20 sensors were processed by Arduino Uno and transmitted through LoRa module to ThingSpeak webserver. Data analysis shows the average calibration results of the HCSR-04 sensor with an error rate of 0.40% and an accuracy rate of 99.60%, the DS18B20 sensor with an error rate of 0.31% and an accuracy rate of 99.69%. The measurement results at Soreang Beach Takalar, South Sulawesi Province showed that the maximum tidal value reached 85 cm, while the maximum wave height reached 71 cm, and the average sea water temperature was 30.63 °C. The tidal monitoring system by measuring wave height and sea water temperature based on IoT that has been made was successful in testing with a high level of accuracy, realtime data transmission, and relevant local information at Soreang Takalar Beach.

Keywords: *IoT; Tidal; Wave height; LoRa; ThingSpeak.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* karena berkat rahmat, kekuatan, dan pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Rancang Buat Sistem Pemantauan Pasang Surut dengan Mengukur Tinggi Gelombang dan Suhu Air Laut Berbasis Internet of Things**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wasallam*, kepada para keluarga, dan sahabat beliau yang senantiasa mencintai Rasulullah hingga yaumul akhir.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka menyelesaikan penulisan skripsi. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, tetapi berkat kehendak-Nyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penyusun skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya do'a-do'a, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Kedua Orang Tua**, pada kesempatan kali ini, ijin saya mempersembahkan skripsi ini sebagai hadiah kecil untuk orang tua saya tercinta yaitu **Ibu Hasnani** dan **Bapak Asis**. Terima kasih telah selalu mendukung saya hingga berada pada titik ini, saya persembahkan untuk mereka yang telah banyak perjuangan dan rasa sakit demi saya bisa menyelesaikan studi. **Ibu** dan **Bapak** yang mengesyampingkan diri mereka dan mendahulukan saya demi melihat masa depan saya yang lebih baik. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat, kebahagiaan, perlindungan, dan kesehatan kepada **Ibu** dan **Bapak**.
2. **Adik penulis**. Untuk adik tercinta **Aidil Putera** partner debat dan informan terbaik di kampung. Terima kasih sudah membantu saya selama ini dan menjadi partner terbaik. Semoga Allah selalu memberikan beliau kesehatan,

segala urusannya dipermudah, sekolahnya dilancarkan sampai menggapai cita-cita, dan selalu dijaga oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

3. Kepada keluarga tercinta (**Nenek, Tante, Om, dan Sepupu**) yang selalu memberikan do'a, nasehat, semangat, dan motivasi serta uang jajan kepada penulis dalam menyelesaikan Pendidikan dengan baik. Semoga Allah selalu memberikan kalian kesehatan, perlindungan, dan dimudahkan segala urusannya.
4. **Prof. Dr. Afirin, M.T.**, selaku dosen pembimbing utama dan **Ibu Ida Laila, S. Si, M. Si.**, selaku pembimbing pertama yang dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran ditengah kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing, mengarahkan, serta memotivasi penulis selama penyusunan skripsi ini. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan, serta senantiasa dalam lindungan-Nya.
5. **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M. Eng. Sc.**, dan **Prof. Dr. Syamsir Dewang, M. Eng. Sc.**, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan, serta senantiasa dalam lindungan-Nya.
6. **Bapak/Ibu Dosen pengajar** Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan. Semoga ilmu yang diajarkan menjadi pahala jariyah bagi Bapak/Ibu Dosen.
7. **Staf Departemen Fisika** terutama **Pak Syukur, Ibu Rana,** dan **Ibu Evi** yang telah membantu selama perkuliahan dan berbagai persuratan baik dalam persuratan penenelitian maupun penyusunan skripsi ini. Semoga kebaikan Bapak/Ibu dibalas oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.
8. **Kak Ida Laila**, terima kasih sudah membantu penulis baik itu dari segi penelitian, selalu memberikan saran dan menjadi tempat terbaik untuk curhat masalah kampus. Semoga kebaikan kakak dibalas oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, selalu diberikan kesehatan, perlindungan, dan dimudahkan segala urusannya.

9. **Kak Muqoil Darussalam**, terima kasih sudah membantu penulis baik itu dari segi perancangan alat dan pemrograman. Semoga kebaikan kakak dibalas oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, selalu diberikan kesehatan, perlindungan, dan dimudahkan segala urusannya.
10. **GBW** teman diskusi dari A-Z, terima kasih sudah menjadi partner rapa-rapa kalau ada tugas, serta teman stress mikirin beban hidup. Untuk **Sri Hasniah Ashara, S. Si. jalur sarung tangan tanos**, semoga studi magisternya dilancarkan, diberikan kemudahan, dan semoga balik dari Semarang bawa pasangan. **Fitri, S. Si. jalur apple golden**, over thingking nya dikurangi, dan semoga jodohnya secepatnya menghampiri. **Musdalifah, S. Si. jalur Wang Landau** semoga secepatnya jodohnya datang melamar, dan jangan lupa sediakan tiket VIP untuk kami ke Nunukan. **Rahmatullah Salama, S. Si. soon jalur Phantom**, semoga setelah wisuda nanti jodohnya langsung datang melamar. Walaupun kita semua berasal dari daerah yang berbeda-beda, pada akhirnya kita tetap beda. GBW jaya jaya jaya
11. Untuk **Nurlinda Sari soon S.pd.**, terima kasih sudah menjadi pendengar dan penasehat yang baik selama ini, terima kasih sudah menjadi sahabat yang selalu mengingatkan ketika saya lagi down. Tetap menjadi Indah yang saya kenal, Semoga Allah senantiasa memberikan beliau kesehatan, perlindungan, dilancarkan segala urusannya dan menjadi sahabat until jannah. Aamiin
12. **Sintiche Ramba Matande**, partner penelitian Skripsi. Terima kasih sudah menjadi partner yang hebat, terima kasih sudah berjuang bersama selama penelitian ini.
13. Untuk tiga sekawan (**Valdo, Javier, Ridho**) terima kasih sudah membantu penulis dalam melakukan pengambilan data di lapangan. Semoga Allah senantiasa memberikan kalian kesehatan, perlindungan, dilancarkan, dan dimudahkan kuliahnya.
14. Untuk **Nurafika Sari Siregar, S. Si.**, terima kasih sudah membantu penulis dalam membuat desain ilustrasi peletakan alat di laut menggunakan corel draw. Semoga kebaikannya dibalas oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, selalu diberikan kesehatan, perlindungan, dan dimudahkan segala urusannya.

15. Untuk **Widya Astuti, S. Si., Salsabila,** dan **Jessie** terimakasih telah membantu penulis baik itu selama perkuliahan dan penyusunan Skripsi. Semoga Allah senantiasa memberikan mereka kesehatan, perlindungan, dilancarkan segala urusannya.
16. Untuk teman-teman **Elins 19 (Nia, Salsa, Jasmine, Nuraeni, Nabila, Septi, Tiche, Widya, Mahar, Ikram)** terima kasih sudah menjadi teman sharing penulis mengenai hal-hal yang menyangkut perkuliahan, yang membantu ketika kesulitan dalam memahami materi maupun tugas dan berbagi ilmu untuk membantu penyelesaian skripsi yang penulis kerjakan.
17. Untuk teman-teman **Fisika 2019** yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu, yang telah mendukung dan berjuang bersama selama masa perkuliahan, terima kasih atas semua kenangan dan pembelajaran hidup yang telah diajarkan kepada penulis, semoga teman-teman senantiasa dalam lindungan Allah dan sukses dunia akhirat. Terima kasih orang-orang hebat.
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, doa yang baik Insyaa Allah akan kembali kepada kalian, semoga selalu diberikan kesuksesan dunia dan akhirat, diberikan kesahatan dan senantiasa dalam lindungan Allah dimana pun kalian berada.

Akhir kata, penulis memiliki harapan yang besar untuk skripsi ini memberikan manfaat kepada semua pembacanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini karena terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritikan yang membangun dari berbagai pihak, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberi perlindungan kepada kita semua.

Makassar, 03 Desember 2023

Suci Ramadani

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	i
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Perairan Laut.....	4
II.2 Gelombang Air Laut.....	4
II.3 Pasang Surut	4
II.3.1 Tipe Pasang Surut	5
II.3.2 Jenis Alat Pengukur Pasang Surut	5
II.4 Suhu Air Laut	7
II.5 <i>Internet of Things</i>	8
II.6 Arduino Uno	9
II.7 Sensor Ultrasonik HCSR-04.....	11
II.8 Sensor Suhu DS18B20	12
II.9 LoRa	13
II.10 ThingSpeak.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
III.2 Peralatan Penelitian	16

III.3	Prosedur Penelitian.....	16
III.4	Perancangan Perangkat Keras	18
III.5	Perancangan Perangkat Lunak	18
III.6	Bagan Alir Penelitian	19
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
IV.1	Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem	21
IV.1.1	Hasil Pembuatan Perangkat Keras.....	23
IV.1.2	Hasil Pembuatan Perangkat Lunak.....	24
IV.2	Kalibrasi Sensor	28
IV.2.1	Kalibrasi Sensor Ultrasonik HCSR-04.....	28
IV.2.2	Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	29
IV.3	Hasil Pengujian Sistem	30
IV.3.1	Tampilan Hasil Pengukuran pada <i>Webserver</i> ThingSpeak dan Aplikasi ThingView	33
BAB V	PENUTUP	35
V.1	Kesimpulan.....	35
V.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk sistem IoT.....	8
Gambar 2.2 Arduino Uno	10
Gambar 2.3 Sensor ultrasonik	11
Gambar 2.4 Perjalanan gelombang dari <i>transmitter</i> ke <i>receiver</i> sensor	11
Gambar 2.5 Sensor DS18B20	13
Gambar 2.6 Topologi jaringan LoRa	14
Gambar 2.7 LoRa ESP32	14
Gambar 2.8 Tampilan halaman ThingSpeak	15
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	17
Gambar 3.2 Perancangan perangkat keras.....	19
Gambar 3.3 Rangkaian perangkat keras	18
Gambar 3.4 Perancangan perangkat lunak	19
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat.....	20
Gambar 4.1 Hasil pembuatan alat (a) perangkat pengirim, (b) perangkat penerima	21
Gambar 4.2 Ilustrasi peletakan alat di laut	22
Gambar 4.3 Hasil pembuatan perangkat keras	23
Gambar 4.4 Tampilan membuat akun ThingSpeak	24
Gambar 4.5 Tampilan <i>channel setting</i> ThingSpeak	25
Gambar 4.6 Tampilan halaman API keys ThingSpeak.....	25
Gambar 4.7 Tampilan halaman <i>channel webserver</i> ThingSpeak.....	26
Gambar 4.8 Tampilan <i>channel sharing settings</i> ThingSpeak	26
Gambar 4.9 Tampilan hasil pengukuran sensor secara <i>realtime</i> pada Python.....	27
Gambar 4.10 Grafik kalibrasi sensor ultrasonik HCSR-04 dengan alat pembanding.....	28
Gambar 4.11 Grafik kalibrasi sensor suhu DS18B20 dengan alat pembanding ..	29
Gambar 4.12 Hasil pengukuran pasang surut air laut	30
Gambar 4.13 Hasil pengukuran tinggi gelombang air laut	31
Gambar 4.14 Hasil pengukuran suhu air laut	32

Gambar 4.15 Tampilan hasil pengukuran pada *webservice* ThingSpeak dan aplikasi ThingView34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Uno	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HCSR-04.....	12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel data hasil pengujian sensor HCSR-04	41
Lampiran 2 Tabel data hasil pengujian sensor Suhu DS18B20	42
Lampiran 3 <i>Script</i> program sensor untuk Arduino.....	45
Lampiran 4 Hasil pengujian sistem pemantauan di lapangan	47
Lampiran 5 Dokumentasi pengambilan data di lapangan	54

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar yang memiliki kurang lebih 17.499 pulau dan luas wilayah kurang lebih 7,81 juta km², dimana 3,25 juta km² merupakan lautan, 2,55 juta km² adalah Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), dan 2,01 juta km² merupakan daratan [1]. Sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari lautan yang memiliki berbagai sumber energi seperti gelombang laut, arus laut, pasang surut, gradien suhu, dan gradien salinitas [2]. Diantara sumber energi tersebut terdapat fenomena laut yang berdampak signifikan terhadap efisiensi dan keselamatan maritim, yaitu gelombang laut [3]. Gelombang laut merupakan hasil materialisasi energi yang disebabkan oleh gesekan antara angin dan permukaan laut [4]. Namun, dampak perubahan iklim dan aktivitas manusia telah menyebabkan perubahan signifikan dalam dinamika lautan dan pesisir, termasuk perubahan dalam pasang surut, tinggi gelombang, dan suhu air laut.

Pemahaman yang akurat tentang perubahan pasang surut, tinggi gelombang, dan suhu air laut sangat penting dalam berbagai konteks, termasuk navigasi, manajemen bencana, konservasi lingkungan, dan penelitian ilmiah [5]. Pengukuran pasang surut, tinggi gelombang, dan suhu air laut telah menjadi bagian integral dari pemantauan lingkungan laut yang berkelanjutan. Namun konvensionalnya, pengumpulan data dalam skala besar seringkali memerlukan biaya yang tinggi, membutuhkan personil lapangan yang terlatih, dan terbatas pada titik tertentu. Oleh karena itu, dari permasalahan tersebut maka *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi yang inovatif. Dimana IoT adalah paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik, seperti sensor dan perangkat pengukuran untuk terhubung ke internet dan berkomunikasi antara satu sama lain [6]. Penerapan teknologi IoT pada pengukuran perairan laut, memiliki beberapa keuntungan yang signifikan diantaranya pemantauan perairan laut dapat dilakukan secara *realtime*, efisiensi biaya, skalabilitas, dan keterlibatan masyarakat.

Seiring berkembangnya teknologi, penelitian terkait pemantauan perairan laut berbasis mikrokontroler telah dilakukan sebelumnya. Diantaranya, penelitian yang telah dilakukan oleh Philip dkk (2021) tentang pengukuran gelombang air laut menggunakan sensor tekanan [7]. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Seyyed dan Guangbo (2022) tentang pengukuran tinggi dan periode gelombang laut menggunakan sensor Piezoelektrik [8]. Selain itu, terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Lorena dkk (2023) tentang pemantauan kualitas air perairan laut menggunakan beberapa sensor salah satunya sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air laut [9]. Namun, beberapa penelitian tersebut masih memiliki kelemahan yakni hasil pengukuran belum dapat diakses secara *realtime* dan jarak jangkauan dari sistem pengukuran masih minim.

Pada penelitian ini pemantauan perairan laut dilakukan dengan mengukur tiga variabel, diantaranya pengukuran pasang surut, tinggi gelombang, dan suhu air laut berbasis IoT. Ketiga variabel tersebut diukur dengan menggunakan sensor HCSR-04 dan sensor DS18B20. Hasil pengukuran dari kedua sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno, kemudian data hasil pengukuran dikirim ke *webserver* ThingSpeak melalui LoRa *sender* dan LoRa *receiver*. Adapun kebaruan dari penelitian ini yaitu pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut dapat diakses dari jarak jauh dengan protokol komunikasi *Long Range* (LoRa) yang memiliki jarak jangkauan lebih luas di bandingkan dengan protokol komunikasi lainnya. Selain itu, hasil pengukuran tersebut dapat diakses secara *realtime* menggunakan *webserver* ThingSpeak dan aplikasi ThingView.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT?
2. Bagaimana mengkalibrasi sensor ultrasonik HCSR-04 dan sensor suhu DS18B20 pada rancangan dan pembuatan sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT?

3. Bagaimana menganalisis data kalibrasi sensor ultrasonik HCSR-04 dan sensor suhu DS18B20 pada rancangan dan pembuatan sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT.
2. Mengkalibrasi sensor ultrasonik HCSR-04 dan sensor suhu DS18B20 pada rancangan dan pembuatan sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT.
3. Menganalisis data kalibrasi sensor ultrasonik HCSR-04 dan sensor suhu DS18B20 pada rancangan dan pembuatan sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem pemantauan pasang surut dengan mengukur tinggi gelombang dan suhu air laut berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 untuk mengukur pasang surut dan tinggi gelombang, dan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Perairan Laut

Indonesia merupakan negara maritim dengan laut yang sangat luas. Laut Indonesia meliputi sekitar 76,94% dari luas daratan. Lautan memiliki berbagai sumber energi, seperti gelombang laut, arus laut, pasang surut, gradien suhu, dan salinitas [2]. Wilayah pesisir dan laut memiliki potensi dan peran strategis sebagai salah satu penunjang berbagai kegiatan di wilayah daratan yang ada di sekelilingnya. Secara ekologis, perairan laut merupakan habitat alami berbagai populasi biota laut yang harus dijaga dan dilestarikan. Selain itu, wilayah pesisir dan laut merupakan wilayah penting dari perspektif perencanaan dan pengelolaan. Jika dilihat dari letaknya, wilayah pesisir merupakan zona peralihan antara darat dan laut yang telah membentuk ekosistem yang beragam, sangat produktif dan memberikan nilai ekonomi khusus bagi masyarakat [10].

II.2 Gelombang Air Laut

Salah satu sumber energi yang potensial dan melimpah dari lautan adalah gelombang laut [2]. Gelombang laut merupakan hasil perwujudan energi yang diakibatkan adanya gesekan angin dengan permukaan laut [4]. Gelombang laut biasanya disebabkan oleh angin dan sebagian kecil disebabkan oleh faktor lain seperti aktivitas seismik, gunung berapi, gravitasi benda langit, atau aktivitas manusia seperti pergerakan kapal. Salah satu yang berpengaruh besar terhadap terjadinya variasi gelombang di perairan Indonesia adalah monsun. Selain itu, gelombang laut juga memiliki dimensi berupa periode gelombang (T), panjang gelombang (L), tinggi gelombang (H), dan cepat rambat gelombang (C) [11].

II.3 Pasang Surut

Pasang surut adalah naik turunnya permukaan laut secara berkala akibat aksi gabungan dari rotasi bumi dan tarikan gravitasi bulan dan matahari [5]. Besarnya kenaikan dan penurunan muka air laut tergantung pada posisi bumi relatif terhadap matahari dan bulan. Saat bulan purnama, posisi bumi sejajar dengan matahari dan

bulan. Fenomena ini menyebabkan gravitasi matahari dan bulan mencapai bumi secara maksimal ketika permukaan laut berada pada titik tertingginya. Di sisi lain, pada bulan sabit, gaya gravitasi matahari dan bulan berlawanan di bumi menyebabkan permukaan laut mencapai titik terendahnya [12]. Peristiwa pasang surut merupakan peristiwa yang berfluktuasi, semakin lama data dikumpulkan semakin baik hasil prakiraan pasang surut [13].

II.3.1 Tipe Pasang Surut

Pasang surut pada setiap daerah memiliki pola yang berbeda, hal ini disebabkan adanya perbedaan letak geografis. Pasang surut dapat dipengaruhi oleh bentuk frekuensi air surut dan pasang hariannya akibat dari perbedaan respon dari setiap lokasi yang menimbulkan gaya pembangkit dari pasang surut tersebut. Menurut Bagus Imam 2021, ada empat jenis pasang surut di Indonesia dan sekitarnya, antara lain [12] :

- a. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Pasang surut tipe ini adalah jenis pasang surut di sekitar perairan Selat Karimata.
- b. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tides*), dalam sehari terjadi dua kali pasang surut dan pasang tinggi. Pasang surut ini ditemukan di Laut Andaman dan Selat Malaka.
- c. Pasang surut campuran harian ganda, dalam sehari bisa terjadi dua pasang surut dan dua pasang naik tetapi periode dan ketinggiannya berbeda. Pasang surut ini juga banyak dijumpai di perairan Indonesia Timur.
- d. Pasang surut campuran harian tunggal, yaitu dalam sehari pasang surut terjadi satu kali, namun terkadang dalam waktu tertentu dapat terjadi dua kali surut dan dua dua kali pasang dengan periode dan ketinggian yang berbeda. Jenis pasang surut ini juga terdapat di pesisir Selat Kalimantan dan laut utara Jawa Barat.

II.3.2 Jenis Alat Pengukur Pasang Surut

Tide gauge merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian pasang surut air laut. Alat pengukur pasang surut yang umum digunakan

diantaranya adalah *tide staff*, *floating tide gauge*, dan *pressure tide gauge*. Ada beberapa jenis alat untuk mengukur ketinggian muka air laut [14]:

- a. *Tide staff*, merupakan alat ukur pasang surut yang paling sederhana berupa papan mistar yang memiliki ketebalan 2,54 cm - 5,08 cm dan lebar 10,16 cm - 15,24 cm, sedangkan panjangnya harus lebih besar dari amplitudo pasang surut (*tidal range*). Misalnya, di perairan dengan tinggi pasang surut 2 m, ukuran panel skala ini harus > 2 m.
- b. *Floating tide gauge*. Prinsip pengoperasian alat ini berdasarkan pergerakan naik turunnya permukaan air laut yang dapat dideteksi oleh pelampung yang dihubungkan dengan alat perekam. Pengukuran tinggi muka air dengan alat ini dilakukan dengan mendeteksi pergerakan naik turun dari air. Perubahan ketinggian air akan menyebabkan pelampung bergerak vertikal (naik turun), pelampung dan penahan beban diikat dengan kabel dan dihubungkan dengan sebuah katrol yang terdapat pada enkoder, sehingga pergerakan pelampung dapat memutar katrol. Putaran yang terjadi pada katrol akan diubah menjadi sinyal digital dan ditransmisikan ke data *logger* melalui kabel transduser. Di dalam data *logger*, sinyal listrik diolah menjadi nilai terukur. Dalam hal ini, pelampung yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah pelampung OWK.
- c. *Pressure tide gauge*. Prinsip pengoperasiannya sama dengan *floating tide gauge*, hanya saja pergerakan naik turun permukaan laut yang dapat diketahui dari perubahan tekanan yang terjadi pada air laut, besarnya tekanan yang diterima oleh sensor akan bervariasi sesuai dengan kedalaman desain, sehingga ketinggian air diperoleh dari nilai ini dengan memperhitungkan nilai densitas dan gravitasi. Hal tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$h = \frac{P}{\rho \cdot g} \quad (2.1)$$

keterangan :

h: tinggi muka air (m)

P: tekanan ($\text{kg/m}^2\text{s}$)

ρ : densitas (kg/m^3)

g: percepatan gravitasi (m/s^2)

- d. Sistem radar. Alat ini dilengkapi dengan pemancar pulsa radar (*transmitter*), penerima pulsa radar (*receiver*) dan jam presisi tinggi. Dalam sistem ini, radar memancarkan pulsa gelombang radio ke permukaan laut, pulsa ini dipantulkan oleh permukaan laut dan diterima kembali oleh radar. Sistem radar ini dapat mengukur ketinggian radar di atas permukaan laut dengan menggunakan waktu terbang pulsa radar yang dikirim ke permukaan laut dan dipantulkan kembali ke radar. Untuk mengukur ketinggian radar di atas permukaan laut dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$h = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t \quad (2.2)$$

keterangan:

h: jarak radar dengan permukaan air (m)

v: kecepatan pulsa radar (m/s)

t: waktu tempuh pulsa radar sampai ke permukaan laut dan kembali ke radar (s)

- e. *Acoustic tide gauge*. Alat yang menggunakan gelombang suara untuk mendapatkan data pasang surut. Pengukurannya tergantung pada perubahan waktu rambat sinyal akustik yang direfleksikan secara vertikal dari permukaan laut ke sensor penerima.

II.4 Suhu Air Laut

Suhu adalah salah satu parameter kualitas air yang paling mudah untuk diukur, tetapi juga salah satu yang paling penting dalam fungsi ekosistem perairan. Distribusi suhu permukaan laut tergantung pada garis lintang dan distribusi radiasi matahari yang masuk ke laut. Di pertengahan garis lintang, karena fluktuasi suhu yang besar, suhu permukaan laut berfluktuasi secara musiman. Pada musim dingin, ketika air pasang tinggi dan lapisan permukaan tercampur seluruhnya, suhu air menjadi rendah. Pada musim panas, suhu atmosfer tinggi, kekuatan gelombang rendah, pencampuran turbulen minimal, dan suhu lapisan permukaan naik secara signifikan. Variasi suhu permukaan pada siang hari juga sangat kuat pada musim semi, musim panas, dan musim gugur. Pengukuran suhu air menjadi penting karena mempengaruhi beberapa parameter air seperti *dissolved oxygen* (DO), *blooming fitoplankton*, bakteri, dan pH [15].

Variasi nilai suhu yang terjadi menunjukkan bahwa nilai suhu di perairan tersebut dipengaruhi oleh faktor eksternal, antara lain cuaca dan angin. Angin kencang di atas permukaan laut menguapkan air dan mengalirkan panas dari laut ke udara. Penguapan dan perpindahan panas ini menyebabkan lautan kehilangan energi dan menyebabkan pendinginan. Sebaliknya, angin yang bertiup lebih lemah di atas laut berarti lapisan permukaan semakin tenang, sehingga radiasi matahari sangat efektif untuk memanaskan massa air permukaan, yang secara langsung menyebabkan suhu air permukaan naik. Selanjutnya menurut Simon 2020, keadaan suhu air di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, cuaca dan intensitas cahaya matahari yang mengenai laut [16].

II.5 Internet of Things

Pada dasarnya, *Internet of Things* (IoT) adalah jaringan di mana semua objek fisik terhubung ke internet melalui perangkat jaringan atau router dan mengirimkan data. IoT memungkinkan objek dikendalikan dari jarak jauh melalui infrastruktur jaringan yang ada. Dalam IoT, kata "Things" mengacu pada kombinasi perangkat keras, perangkat lunak, data, dan layanan. Hal tersebut mewakili beragam perangkat seperti yang terdapat pada fitur perangkat analisis DNA untuk pemantauan, otomatisasi rumah, pemantauan daerah, dan lain-lain [6]. Istilah IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 2002, perkembangan teknologi internet mulai diterapkan pada proses produksi di dunia industri pada negara-negara maju, terutama Amerika Serikat dan negara-negara di Eropa Barat. Pada awal perkembangannya, konsep IoT diaplikasikan ke dalam penggunaan komputer di berbagai bidang sesuai kebutuhan manusia, yang intinya penggunaan komputer dimana dan untuk apa saja (*ubiquitous computing*) [17]. Bentuk fisik dari sistem IoT dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bentuk sistem IoT

Adapun spesifikasi dari bentuk sistem IoT sebagai berikut [17]:

- a. Objek fisik merupakan kemampuan IoT yang meliputi sensor, aktuator, pemrosesan, kontrol, dan daya. Adapun spesifikasi fisik tergantung pada biaya, ukuran, kinerja, dan kendala lingkungan.
- b. Saluran komunikasi merupakan protokol internet dan solusi konektivitas memungkinkan transfer data pada *Thing-to-Thing*, *Thing-to-Server*, atau *Server-to-Server*. Hal tersebut tergantung pada bidang penggunaan desain.
- c. Perangkat lunak menyediakan kemampuan untuk mengambil, memproses, menyimpan, dan menganalisis data yang berasal dari suatu benda. Perangkat lunak juga menyediakan level aplikasi kemampuan manusia untuk memvisualisasikan data dan berinteraksi dengan sistem IoT.
- d. Operasi adalah aksesibilitas infrastruktur *cloud* dalam penerapan dan pemeliharaan IoT.
- e. Data merupakan produk dari sistem IoT, dimana dengan data media komunikasi antara *point to point* dari sistem IoT.

II.6 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler berbasis mikrokontroler ATmega 328P yang terdiri dari 8 bit. Selain itu, Arduino Uno dilengkapi dengan komponen lain seperti *crystal oscillator*, *serial interface*, *voltage regulator* untuk mendukung mikrokontroler [18]. Arduino Uno memiliki 14 pin I/O digital, 6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output Pulse width Modulation* (PWM), 6 pin *input* analog, sebuah koneksi *Universal Serial Bus* (USB), sebuah *power jack*, sebuah konektor *In Circuit Serial Programming* (ICSP), dan sebuah tombol reset [19]. Hal tersebut diperlukan agar mikrokontroler dapat dengan mudah terhubung dengan kabel daya USB atau kabel daya adaptor *Alternating Current* (AC) ke *Direct Current* (DC) atau bahkan baterai [20]. Bentuk fisik Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arduino Uno [20]

Arduino Uno dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan komputer atau mikrokontroler lainnya. Arduino Uno menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V) yang dapat dilakukan dengan menggunakan pin digital 0 (Rx) dan pin digital 1 (Tx) [18]. Arduino ini dengan mudah terhubung ke komputer dengan kabel USB atau memberi daya dengan adaptor AC ke DC atau baterai untuk menyalakannya [19]. LED TX dan RX berkedip ketika data telah dikirim melalui USB ke koneksi serial ke USB di komputer [20]. Mikrokontroler dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman C dan C++. Selain menggunakan *toolchain* kompilator tradisional, proyek Arduino menyediakan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) berdasarkan proyek bahasa pemrosesan [21]. Arduino memungkinkan konfigurasi yang sangat fleksibel dan dapat dihubungkan ke elektronik eksternal untuk menerima sinyal analog dan digital dari berbagai sensor dan perangkat (misalnya kamera, GPS, konsentrasi gas, giroskop, kelembapan dan suhu) [22]. Spesifikasi mikrokontroler Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Uno

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan	5 V
Tegangan <i>input</i> (disarankan)	7-12 V
Tegangan <i>input</i> (limit)	6-20 V
Pin digital I/O	14 (6 pin PWM)
Pin analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	150 mA
<i>Flash memory</i>	32 kB
SRAM	2 kB
EEPROM	1 kB

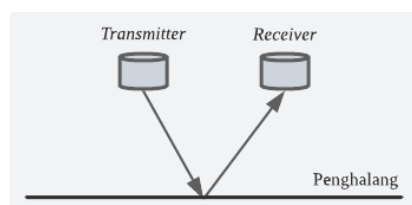
II.7 Sensor Ultrasonik HCSR-04

Sensor ultrasonik adalah jenis sensor yang mengubah besaran fisis yaitu bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor ini digunakan untuk mendapatkan jarak suatu objek. Jarak ke suatu objek dapat ditentukan oleh pantulan gelombang yang mengenai objek yang kemudian diterima oleh sensor. Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dihasilkan oleh piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik secara umum dapat membangkitkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz bila diterapkan osilator [23]. Adapun bentuk fisik sensor HCSR-04 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor ultrasonik [24]

Sensor ultrasonik terdiri dari sensor pemancar audio (*transmitter*) dan sensor penerima audio (*receiver*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Sensor pemancar dikendalikan oleh mikrokontroler melalui *output* I/O dengan mengeluarkan gelombang persegi 40 kHz. Sebelumnya, gelombang persegi diubah menjadi level tegangan dan arus serapnya menggunakan *Integrated Circuit* (IC) konverter level agar sesuai dengan spesifikasi transduser. Sinyal yang dipantulkan kemudian diterima oleh transduser penerima dan kemudian sinyal keluaran dikonversi oleh rangkaian pengkondisi sinyal sehingga mikrokontroler dapat mengolah sinyal keluaran tersebut [14].



Gambar 2.4 Perjalanan gelombang dari *transmitter* ke *receiver* sensor

Prinsip kerja sensor ultrasonik yaitu dengan mentransmisikan gelombang tertentu kemudian menghitung waktu diterima kembali oleh sensor. Sensor bekerja dengan mengirimkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz ketika tegangan

pulsa positif diterapkan ke pin pemacu selama 10 μ s. Kemudian, sinyal pantulan yang telah dikembalikan diterima oleh pin *echo* [25]. Jarak ukur diperoleh dua kali jarak tempuh dari *transmitter* ke *receiver* dan sebaliknya, sehingga dapat dihitung dengan persamaan 2.3 [24] :

$$D = \frac{340 \cdot t}{2} \quad (2.5)$$

dimana D merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), 340 (m/s) adalah kecepatan suara dalam udara, dan t (s) adalah sesilish antara waktu pemancaran gelombang oleh *transmitter* dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver* [26]. Spesifikasi sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HCSR-04

Spesifikasi	Keterangan
Jangkauan deteksi	2 cm – 400 cm
Sudut pancar	15°
Tegangan kerja	5 V DC
Resolusi	1 cm
Frekuensi ultrasonik	40 Hz

II.8 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital dengan ADC 9 bit hingga 12 bit internal [27] dan memiliki fungsi alarm dengan *breakpoint* atas dan bawah yang dapat diprogram pengguna [19]. Sensor ini dapat mengukur suhu dari -55 °C hingga +125 °C dengan akurasi +5 °C [21]. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1 kabel data (*one wire*). Sensor ini dapat dipasang secara paralel dengan menggunakan kabel data tunggal (*one wire*) dan tentunya menggunakan library “onewire.h”. Dengan demikian, dalam suatu kontrol beberapa sensor dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam membaca dengan cara membandingkan perbedaan antar sensor dan mengambil rata-ratanya [27]. Bentuk fisik sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2.5. Sensor suhu DS18B20 memiliki spesifikasi sebagai berikut [28] :

- a. Sensor suhu dapat dikalibrasi langsung ke °C.
- b. Skala linear +10 *mv* / °C

- c. Dengan ketelitian 0,5 °C dari rentang -10 °C hingga +85 °C
- d. Rentang suhu dari -55 °C hingga +125 °C
- e. Beroperasi pada tegangan 4 hingga 30 V
- f. Arus operasi < 60 µA
- g. Impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1Ω untuk *load* keluaran 1 mA



Gambar 2.5 Sensor DS18B20 [27]

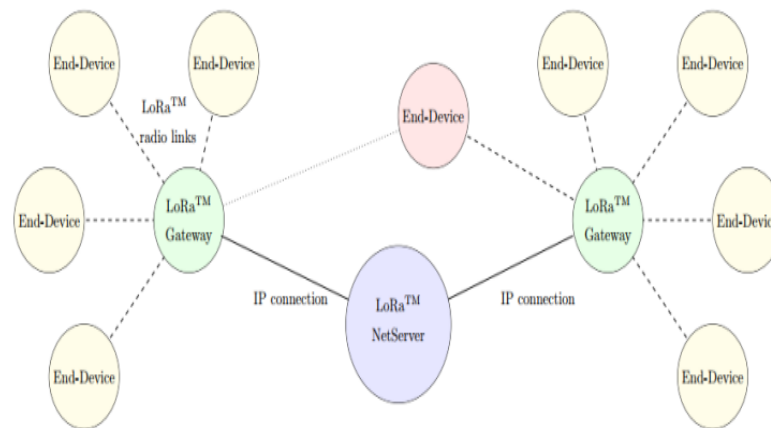
Sensor suhu DS18B20 berfungsi mengubah besaran panas yang ditangkap menjadi besaran tegangan. Sensor jenis ini memiliki akurasi yang tinggi, selain itu sensor ini sangat sederhana hanya dengan 3 pin. Pin pertama IC DS18B20 dihubungkan ke catu daya, pin kedua *output*, dan pin ketiga dihubungkan ke *ground* [29].

II.9 LoRa

Long Range (LoRa) adalah protokol komunikasi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan sinyal radio. Salah satu keunggulannya adalah dapat beradaptasi dengan jarak lebih dari 1 km² dengan instalasi yang sesuai dan lingkungan yang mendukung, seperti minim gangguan dan perangkat sangat mendukung penyebaran perangkat LoRa. Teknologi LoRa memiliki keunggulan dalam mengembangkan teknologi nirkabel seperti *Wireless Sensor Network* (WSN) yang membutuhkan transmisi data yang tahan terhadap interferensi, konsumsi daya yang rendah, serta dapat mengakomodasi *node* dan *port* sensor jarak jauh [30].

Industri arsitektur Jaringan yang menggunakan perangkat komunikasi LoRa terdiri dari tiga komponen yaitu *End Device* atau *Node*, *Gateway*, dan *Server*. *End Device* berisi sensor atau aktuator yang terhubung ke *Gateway* melalui LoRa radio *interface*. *Gateway* bertanggung jawab untuk mengirimkan data dihasilkan oleh *End Device* ke *Server*. Sedangkan *Server* digunakan untuk menanggapi permintaan

pengguna tentang visualisasi data [31]. Topologi jaringan menggunakan LoRa dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Topologi jaringan LoRa [31]

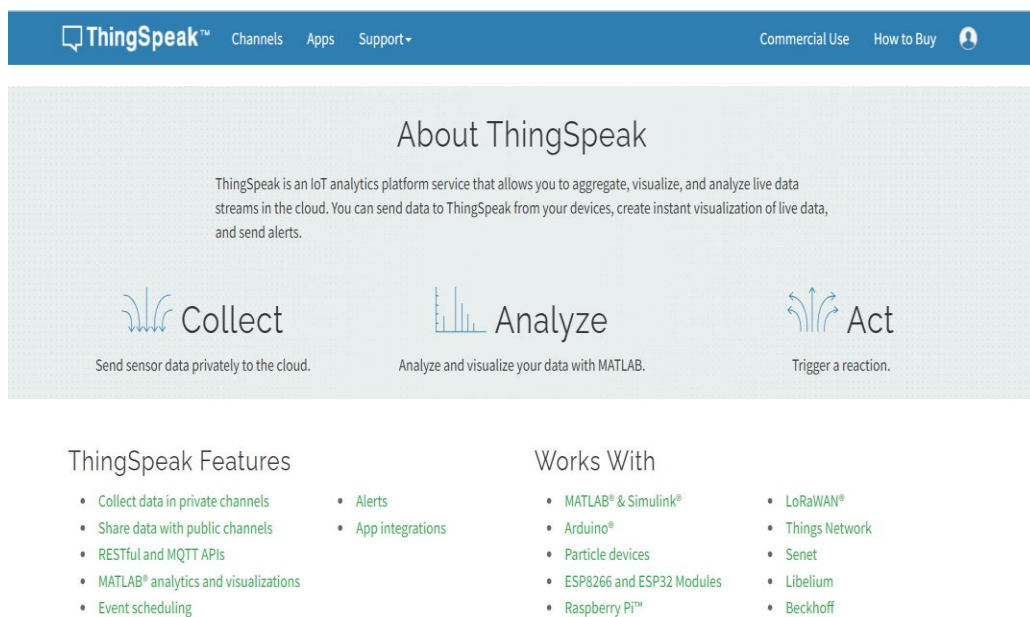
Modulasi pada LoRa menggunakan metode *Chirp Spread Spectrum*, yaitu spektrum radio yang pita frekuensinya ditentukan berbeda untuk setiap negara. Negara Indonesia mengatur penggunaan frekuensi radio rentan dalam Peraturan Direktur Jenderal Perangkat Pos dan Informatika (PERDIRJEN SDPPI) Nomor 3 Tahun 2019 tentang *Low Power Wide Area (LPWA)*. Ada poin-poin penting dalam pengaturan tersebut, yakni rentang frekuensi radio yang dapat digunakan adalah 920-923 MHz [23]. Selain itu, LoRa dapat digunakan untuk jaringan publik, privat, atau *hybrid* sehingga dapat mencapai jangkauan yang lebih luas daripada jaringan seluler. Teknologi LoRa dapat dengan mudah diintegrasikan kedalam jaringan yang ada dan dapat diterapkan ke IoT berbiaya rendah yang dioperasikan dengan baterai [32]. Adapun bentuk fisik dari LoRa dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 LoRa ESP32

II.10 ThingSpeak

ThingSpeak adalah *platform* aplikasi dan *Application Programming Interface (API)* IoT yang merupakan aplikasi berbasis internet *open-source* yang dapat menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran pada *webserver* dan aplikasi. Data dapat diunggah melalui internet dan disimpan di *database* ThingSpeak atau diambil menggunakan protokol HTTP serta melalui API *Read/Write Keys*. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi pencatatan sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial dengan pembaruan status [33] [34]. Gambar 2.8 merupakan tampilan halaman dari *webserver* ThingSpeak.



Gambar 2.8 Tampilan halaman ThingSpeak [35]