

**ALAT PENGUKUR KETINGGIAN GELOMBANG AIR LAUT DENGAN  
SENSOR ULTRASONIK DAN SISTEM *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

**(Studi Kasus: Pelabuhan Karangantu)**

**Skripsi**

**Diajukan Sebagai Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Starta - 1 (S1) Pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh

**Muhammad Hidayatullah**

**3331200019**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN**

**2024**

## TUGAS AKHIR

### Alat Pengukur Ketinggian Gelombang air Ultrasonik Berbasis Arduino mega Dengan Sistem Internet of Things (IOT)

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Muhammad Hidayatullah**  
3331200019

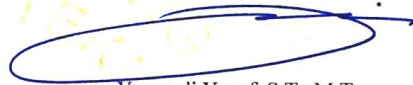
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 03 Juli 2024

**Pembimbing Utama**



Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, MT.  
NIP.196706022001122001

**Anggota Dewan Penguji**



Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.  
NIP.197910302003121001



Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.  
NIP. 198206212022031001



Shofiatul Ula, M.Eng.  
NIP. 198403132019032009



Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, MT.  
NIP.196706022001122001

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Tanggal, 29 Agustus 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad HidayahTullah

NPM : 3331200019

Judul : Alat Pengukur Ketinggian Gelombang Air Laut Dengan Sensor Ultrasonik dan Sistem Internet Of Things (IoT)

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

### MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 9 September 2024



**Muhammad HidayahTullah**  
NPM.3331200019

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Taala, atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis. Sehingga dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi tugas akhir dengan baik dengan judul “Alat Pengukur Ketinggian Gelombang Air Laut dengan Sensor Ultrasonik dan Sistem *Internet Of Things* (IoT)”. Dengan selesainya tugas akhir ini, maka penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T, selaku Dosen Pembimbing 1 serta Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing penulis selama penelitian dan perkuliahan.
3. Bapak Ir. Dedy Triawan Suprayogi, M.Eng, PhD, IPM, selaku Dosen Pembimbing 2, yang senantiasa memberikan ilmu dan bimbingannya selama penelitian berlangsung.
4. Ibu Miftahul Jannah S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
5. Seluruh staff dan jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Muhammad Gunawan dan Arya Prihandhoko selaku teman satu tim dalam TA Kapal Nelayan yang selalu menemani dan saling membantu selama penelitian berlangsung.
7. Seluruh teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 Univerisitas Sultan Ageng Tirtayasa.
8. Seluruh Pihak yang membantu dalam hal praktik maupun teori dalam hal terkait tugas akhir ini.

Penulis menyadari banyak bahwa penyusunan skripsi tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dibutuhkan kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat memperbaiki tugas akhir pada masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi para pembacanya.

Cilegon, Maret 2024

Penulis

## ABSTRAK

Alat Pengukur Ketinggian Gelombang Air Laut dengan Sensor Ultrasonik adalah sebuah alat yang mampu mengukur ketinggian gelombang air laut tanpa memerlukan kontak langsung dengan bantuan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik digunakan sebagai media pengukur karena sensitif terhadap perubahan ketinggian air laut, selain itu biaya yang dibutuhkan tidak terlalu besar, perawatannya mudah, variasi beragam dan suku cadang yang melimpah di pasar lokal. Dengan dilengkapi sistem *Internet of Things* (IoT), hasil pengukuran menggunakan alat tersebut akan lebih mudah didapatkan dan diakses dimanapun melalui smartphone yang memiliki jaringan internet tanpa harus mengoperasikan alat secara langsung. Pada penelitian ini, fokus utama yang dilakukan adalah membuat alat ukur ketinggian gelombang air laut dengan sensor ultrasonik akurasi tinggi yang dilengkapi dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Proses kalibrasi akan dilakukan untuk menguji dan mengukur seberapa tinggi akurasi yang dimiliki alat. Selain itu, alat ukur akan diujicobakan di Pelabuhan Karangantu untuk mengetahui apakah alat tersebut berfungsi dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ukur yang telah dibuat memiliki ketelitian yang sangat baik dengan nilai RMSE atau toleransi sebesar 18,209 mm dan akurasi sebesar 98,363% setelah dilakukan kalibrasi, dengan standar deviasi keseluruhan sebesar 8,2014 mm. Kemudian pada pengujian di lapangan, hasil pengukuran gelombang menunjukkan bahwa hasil pengukuran sudah dapat dibaca dengan baik tanpa kendala ketika menjalankan alat.

**Kata kunci:** *Gelombang, Internet of Things, RMSE, Standar Deviasi, Ultrasonik.*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>State of Art</i> .....	5
2.2 Gelombang Air Laut .....	6
2.2.1 Parameter Gelombang.....	7
2.2.2 Klasifikasi Gelombang Laut .....	8
2.3 Alat Ukur Ketinggian Gelombang Air Laut.....	11
2.4 <i>Internet of Things</i> .....	14
2.5 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	15
2.6 Standar Deviasi .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	18
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan .....	20
3.3.1 Alat yang Digunakan.....	20
3.3.2 Bahan yang Digunakan .....	20

3.4	Metode Pengambilan Data .....	24
3.5	Metode Pengolahan Data .....	25
3.6	Konsep Desain .....	27
3.7	Prosedur Penelitian .....	27
3.8	Jadwal Kegiatan .....	28

#### **BAB IV DATA DAN ANALISA**

4.1	Sistem Kerja Alat Ukur Ketinggian Gelombang Air Laut dengan Sensor Ultrasonik.....	30
4.2	<i>Flowchart</i> Program Alat Ukur .....	31
4.3	Spesifikasi Alat Ukur Ketinggian Gelombang.....	35
4.4	Skema dan Wiring Diagram Alat .....	36
4.5	Sistem <i>Internet of Things</i> (IoT).....	39
4.6	Desain Alat.....	42
4.7	Kalibrasi Alat .....	43
	4.5.1 Hasil Kalibrasi Alat .....	46
4.8	Perhitungan Akurasi Alat .....	47
4.9	Analisa Hasil Kalibrasi .....	54
4.10	Percobaan Pengukuran Menggunakan Alat di Lapangan .....	57
4.11	Pengolahan Data Hasil Pengukuran di Lapangan .....	58
4.12	Analisa Hasil Pengukuran di Lapangan .....	65
4.13	Evaluasi Kinerja Alat Ukur Ketinggian Gelombang dengan Sensor Ultrasonik.....	68

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran .....	70

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Hasil Pengukuran Kalibrasi
- Lampiran 2. Datasheet Komponen
- Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 4. Program Alat



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara maritim, dimana wilayah negaranya meliputi 70% lautan dan 30% daratan, memiliki lebih dari 17.000 pulau, dengan garis pantai membentang luas lebih dari 99.000 km. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi yang sangat besar di bidang kelautan dan perikanan [1]. Karena hal tersebut pembangunan di sektor tersebut terus berkembang sejalan dengan potensi yang dimiliki. Berdasarkan catatan Kementerian Perhubungan, jumlah pelabuhan di Indonesia meningkat sebanyak 38,6% di tahun 2020 dari tahun sebelumnya. Pada tahun yang sama, panjang dermaga yang dibangun mencapai 1.172 meter, menunjukkan kenaikan sebesar 41,3% dari panjang dermaga pada tahun sebelumnya yang mencapai 688 meter. Dengan demikian, total panjang dermaga yang ada menjadi 43.144 meter pada tahun 2020. Berdasarkan data diatas, dapat diketahui bahwa di tahun-tahun yang akan datang, aktivitas yang berada di area perairan ataupun pesisir pantai akan semakin meningkat lagi. Oleh karena itu, tingkat keamanan atau *safety* dari area pelabuhan, wisata, atau lain sebagainya harus semakin ditingkatkan. Salah satu contoh faktor yang bisa mengancam aktivitas di pelabuhan adalah gelombang air laut. Ada banyak sekali pengaruh yang diberikan oleh gelombang air laut, contohnya seperti di bidang infrastruktur dimana gelombang air laut yang berukuran cukup besar, akan mengakibatkan erosi bahkan kerusakan struktural langsung dari dermaga pelabuhan. Selain itu juga, gelombang air laut juga bisa berdampak di sektor ekonomi contohnya seperti kerusakan kapal sebagian besar diakibatkan oleh gelombang air laut yang cukup tinggi, kemudian segala bentuk aktivitas pelabuhan seperti bongkar muat kapal bisa sangat terganggu oleh adanya gelombang air laut yang besar. Salah satunya seperti yang dilaporkan oleh CNN Indonesia bahwa telah terjadi kecelakaan pada 24 Desember 2022 di Pelabuhan Merak, satu unit mobil jenis minibus berisikan

dua orang tercebur di Dermaga 2 ketika hendak masuk kedalam kapal. Diduga hal ini terjadi akibat kesalahan dalam memperkirakan cuaca, sehingga terjadi kecelakaan yang tidak diinginkan. Selain itu, cuaca buruk kerap kali mengganggu proses bongkar muat kapal yang beroperasi di sekitar pelabuhan sehingga proses analisa lingkungan di sekitar pelabuhan perlu ditingkatkan lagi agar hal serupa tidak terulang.

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan adanya pemantauan yang akurat dan real-time yang dapat memberikan informasi untuk mengambil tindakan preventif, seperti evakuasi, penutupan pelabuhan, dan perlindungan infrastruktur. Umumnya, pengukuran ketinggian gelombang dilakukan dengan menggunakan alat-alat mekanis dan *buoy* pengukur gelombang. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti biaya produksi yang besar, pemeliharaan yang tidak mudah serta tidak cocok untuk pelabuhan-pelabuhan kecil seperti yang banyak terdapat di Indonesia. Oleh karena itu pada penelitian kali ini, dibuat sebuah alat ukur yang mampu melakukan pengukuran ketinggian gelombang air laut secara real time, akurat, dan dapat diandalkan. Dikarenakan perkembangan teknologi sensor dan Internet of Things yang semakin canggih, maka dari itu diputuskanlah untuk membuat alat ukur ketinggian gelombang air laut yang menggunakan sensor ultrasonik serta dilengkapi dengan sistem Internet of Things (IoT). Hal ini bertujuan untuk menggantikan proses pengukuran konvensional sehingga proses pengukuran dapat dilakukan secara terus menerus atau real time tanpa memerlukan operator yang harus selalu sedia disamping alat ukur. Pemilihan sensor ultrasonik juga dikarenakan sensor jenis ini memiliki akurasi yang sangat baik untuk mengukur jarak dan sensitif terhadap perubahan jarak sehingga sangat cocok untuk digunakan sebagai media untuk mengukur ketinggian gelombang air laut. Alasan lainnya yaitu, sensor ultrasonik memiliki suplier yang cukup banyak di Indonesia, sehingga variasi dan suku cadangnya banyak tersedia di market place dengan harga yang tidak terlalu mahal dan proses perawatan yang tidak sulit.

Pada penelitian ini, selain membuat alat ukur fokus selanjutnya adalah untuk melakukan pengujian yang menguji seberapa baik akurasi dari alat ukur

yang dimiliki oleh alat ukur yang telah dibuat. Pengujian akan dilakukan di Pelabuhan Karangantu dimana lokasi ini terpilih sebagai lokasi uji coba dikarenakan memiliki aktivitas pelabuhan yang cukup padat dan ukurannya tidak terlalu besar sehingga sangat rawan terganggu jika terjadi gelombang air laut yang cukup besar. Selain disebabkan akibat pasang surut air laut dan ombak, aktivitas kapal nelayan yang sering keluar masuk pelabuhan tentunya akan menghasilkan gelombang air juga yang mana nantinya dapat berdampak pada infrastruktur ataupun kegiatan seperti bongkar muat dan lain sebagainya. Sehingga, dengan melakukan pengujian lapangan di pelabuhan karangantu dapat menjadi sebuah proses validasi untuk menyatakan apakah alat ukur yang dibuat sudah layak digunakan atau tidak.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian kali ini dilaksanakan dengan sebuah permasalahan sebagai dasarnya. Adapun Permasalahan yang ingin dipecahkan selama penelitian yang dilakukan kali ini, yaitu untuk mengetahui bagaimana perancangan dan pembuatan alat ukur ketinggian gelombang air laut dengan sensor ultrasonik yang dilengkapi sistem Internet of Things (IoT) dan memiliki kinerja serta akurasi yang baik.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan kali ini memiliki tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk membuat sebuah alat ukur ketinggian gelombang air laut dengan sensor ultrasonik yang memiliki akurasi tinggi dengan sistem otomatisasi Internet of Things (IoT) serta mempunyai kinerja yang baik untuk penggunaan di lapangan.

## **1.4 Batasan Masalah**

Berikut ini merupakan batasan-batasan yang diterapkan agar penelitian yang dilakukan bisa terfokus dalam memenuhi tujuannya, yaitu:

1. Perancangan dan pembuatan alat didasarkan pada kondisi dan permasalahan yang terdapat di pelabuhan Karangantu.

2. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik JSN-SR04T .
3. Sistem IoT yang digunakan merupakan sistem yang berbasis android.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian yang dilakukan kali ini, yaitu:

1. Mempermudah proses pengukuran karena bersifat otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonik yang memiliki akurasi tinggi.
2. Mempermudah proses analisa ketinggian gelombang air laut dengan memanfaatkan sistem *Internet of Things* (IoT) yang terpasang berbasis *Smartphone* dengan OS Android.
3. Pemerintah provinsi banten, dapat memanfaatkan hasil penelitian untuk membantu para operator pelabuhan agar mampu mengetahui kondisi ketinggian gelombang air laut yang dihasilkan kapal lewat secara *real time* dengan mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Noya, “Dampak Gelombang Kapal Cepat Pada Wilayah Pesisir Pantai Yang Mengakibatkan Abrasi,” *Balobe Law J.*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2023, doi: 10.47268/balobe.v3i1.1366.
- [2] O. Sri Suharyo, “Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Permukaan Laut Presisi Tinggi (a Prototype Design),” *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 18–29, 2018, doi: 10.33086/atcsj.v1i1.6.
- [3] N. T. Karim and H. Muhammad, “Studi Prediksi Pasang Surut Dan Gelombang Untuk Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara Pendahuluan Wilayah pantai Pasir Putih Kabupaten Kolaka merupakan Utara Sulawesi yang Tenggara intensif dimanfaatkan untuk seperti kegiatan manusia pemukiman , dapat i,” *J. Tek. Hidro*, vol. 11, pp. 1–13, 1979.
- [4] H. Gunawan, R. H. Dananjaya, and B. Setiawan, “Pengaruh tinggi, kedalaman pondasi mesin jenis blok dan parameter tanah berbutir halus terhadap amplitudo,” no. September, pp. 777–786, 2017.
- [5] T. W. L. Putra, M. Zainuri, and D. N. Sugianto, “Studi Penjalaran Gelombang Laut di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara,” *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 10, no. 1, pp. 75–87, 2021, doi: 10.14710/buloma.v10i1.34299.
- [6] R. Kurniawan and M. N. Habibie, “Variasi bulanan gelombang laut di indonesia,” *J. Meteorol. DAN Geofis.*, vol. 12, no. 2, pp. 221–232, 2011.
- [7] R. Hartono, M. Ary Murti, and I. Alinursafa, “Sistem Pemantauan Ketinggian Gelombang dan Ketinggian Permukaan Air Laut Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan LPWAN LoRa,” *Snistek*, pp. 157–164, 2022.
- [8] A. Amdani, “Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Gelombang Air Laut Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno,” *Systematics*, vol. 1, no. 2, p. 130, 2019, doi: 10.35706/sys.v1i2.2982.
- [9] N. A. Haq, Khomsin, and D. G. Pratomo, “The Design of an Arduino Based Low-Cost Ultrasonic Tide Gauge with the Internet of Things (Iot) System,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 698, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-

1315/698/1/012004.

- [10] A. Djalilov, E. Sobirov, O. Nazarov, S. Urolov, and I. Gayipov, "Study on automatic water level detection process using ultrasonic sensor," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1142, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1142/1/012020.
- [11] G. S. Payne, J.-B. Richon, D. Ingram, and J. Spinneken, "Development and preliminary assessment of an optical wave gauge," *Proc. 8th Eur. Wave Tidal Energy Conf.*, pp. 160–167, 2009.
- [12] D. Buscombe, R. J. Carini, S. R. Harrison, C. C. Chickadel, and J. A. Warrick, "Optical wave gauging using deep neural networks," *Coast. Eng.*, vol. 155, no. March 2019, 2020, doi: 10.1016/j.coastaleng.2019.103593.
- [13] L. A. Fiorentino, R. Heitsenrether, and W. Krug, "Wave Measurements From Radar Tide Gauges," *Front. Mar. Sci.*, vol. 6, no. October, pp. 1–14, 2019, doi: 10.3389/fmars.2019.00586.
- [14] A. F. Velegrakis, M. I. Vousdoukas, A. M. Vagenas, T. Karambas, K. Dimou, and T. Zarkadas, "Field observations of waves generated by passing ships: A note," *Coast. Eng.*, vol. 54, no. 4, pp. 369–375, 2007, doi: 10.1016/j.coastaleng.2006.11.001.
- [15] N. K. Mukhopadhyay, S.C., Suryadevara, *Internet of Things Archives | Internet of Things*, vol. 2019, no. July 2016. 2016. [Online]. Available: <https://www.gsma.com/iot/search/internet-of-things/>
- [16] S. Villamil, C. Hernández, and G. Tarazona, "An overview of internet of things," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 5, pp. 2320–2327, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911.
- [17] V. Riandaru, H. Lazuardi, A. Adhi, and C. Lauw, "Penerapan Aplikasi RapidMiner Untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar Dengan Metode Regresi Linier," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 01, pp. 8–17, 2021.
- [18] nur Nafi'iyah, "Perbandingan Modus , Median , Standar Deviasi , Iterative , Mean Dan Otsu Dalam Thresholding," *J. SPIRIT*, vol. 8, no. 2, pp. 31–36, 2016.