

AKURASI MODEL *MACHINE LEARNING* UNTUK PREDIKSI KEDALAMAN PERAIRAN BERDASARKAN DATA AKUSTIK DAN DATA CITRA SATELIT

ROBIATUL ADAWIYAH HARAHAHAP



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Akurasi Model *Machine Learning* untuk Prediksi Kedalaman Perairan Berdasarkan Data Akustik dan Data Citra” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember Tahun 2025

Robiatul Adawiyah Harahap
C5401201020



ABSTRAK

ROBIATUL ADAWIYAH HARAHAHAP. Akurasi Model *Machine Learning* untuk Prediksi Kedalaman Perairan Berdasarkan Data Akustik dan Data Citra. Dibimbing oleh HENRY MUNANDAR MANIK dan SYAMSUL BAHRI AGUS.

Estimasi kedalaman perairan atau batimetri merupakan aspek yang sangat penting dalam pengelolaan sumber daya kelautan. Namun, pengukuran secara langsung (in-situ) sering kali memerlukan biaya besar dan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, citra penginderaan jauh menjadi sumber informasi geospasial yang menjanjikan untuk mendukung perencanaan dan pengembangan wilayah pesisir dan laut. Penelitian ini mengkaji penggunaan metode pembelajaran mesin (*machine learning*/ML) untuk estimasi kedalaman perairan menggunakan citra satelit Sentinel-2. Kerangka kerja yang diusulkan terdiri dari tiga langkah utama. Pertama, pengolahan citra dilakukan dengan metode *Satellite Derived Bathymetry* (SDB) yang divalidasi menggunakan data akustik in-situ. Kedua, pelatihan model dilakukan menggunakan tiga metode pembelajaran mesin, yaitu *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Random Forest* (RF), dan *Support Vector Machine* (SVM). Ketiga, evaluasi model dilakukan menggunakan pengukuran statistik berupa *Root Mean Square Error* (RMSE) dan koefisien *determinasi* (R^2) untuk menentukan performa terbaik. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode ini memiliki efisiensi tinggi, dengan model terbaik diperoleh dari algoritma SVM yang menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,799 dan RMSE sebesar 2,679 dalam estimasi kedalaman perairan di wilayah Konawe, Sulawesi Tenggara.

Kata kunci: hidroakustik, penginderaan jauh, *machine learning*

ABSTRACT

ROBIATUL ADAWIYAH HARAHAHAP. *Accuracy of Machine Learning Models for Water Depth Prediction Based on Acoustic and Imagery Data*. Supervised by HENRY MUNANDAR MANIK and SYAMSUL BAHRI AGUS.

Water depth estimation, or bathymetry, is a crucial aspect in the management of marine resources. However, direct (in-situ) measurements are often costly and time-consuming. As an alternative, remote sensing imagery offers a promising source of geospatial information to support coastal and marine planning and development. This study investigates the application of machine learning (ML) methods for water depth estimation using Sentinel-2 satellite imagery. The proposed framework consists of three main steps. First, image processing is carried out using the Satellite Derived Bathymetry (SDB) method, validated with in-situ acoustic data. Second, model training is performed using three ML algorithms: K-Nearest Neighbor (KNN), Random Forest (RF), and Support Vector Machine (SVM). Third, model evaluation is conducted using statistical metrics, including Root Mean Square Error (RMSE) and the coefficient of determination (R^2), to assess model performance. The statistical analysis indicates that the proposed method is highly effective, with the best results obtained from the SVM model, achieving an R^2 value of 0.799 and an RMSE of 2.679 for water depth estimation in the coastal area of Konawe, Southeast Sulawesi.

Keywords: hydroacoustic, machine learning, remote sensing



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

AKURASI MODEL *MACHINE LEARNING* UNTUK PREDIKSI KEDALAMAN PERAIRAN BERDASARKAN DATA AKUSTIK DAN DATA CITRA SATELIT

ROBIATUL ADAWIYAH HARAHAHAP

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M. Sc
2. Dr. Steven Solikin, S.I.K., M. Si

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Akurasi Model *Machine Learning* untuk Prediksi Kedalaman Perairan Berdasarkan Data Akustik dan Data Citra.

Nama : Robiatul Adawiyah Harahap
NIM : C5401201020

Disetujui oleh

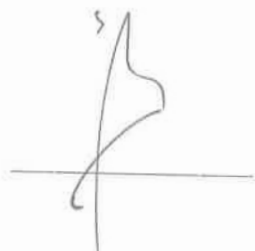
Pembimbing 1:

Prof. Henry M. Manik, S.Pi, M.T, Ph.D.
NIP. 197012291997031008



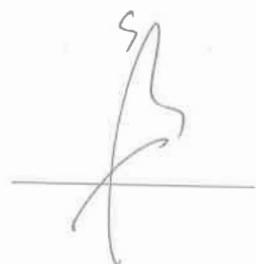
Pembimbing 2:

Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi, M.Si.
NIP. 197207262005011002



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan
Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi, M.Si.
NIP. 197207262005011002



Tanggal Ujian : 3 November 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga proposal ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan pada Desember 2023 dengan judul "Akurasi Model *Machine Learning* untuk Prediksi Kedalaman Perairan Berdasarkan Data Akustik dan Data Citra".

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Henry M. Manik, S.Pi, M.T, Ph.D. selaku pembimbing 1 dan Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi, M.Si. selaku pembimbing 2. Terima kasih penulis ucapkan kepada PUSHIDROSAL TNI AL yang telah memberikan data lapang yang dapat saya olah untuk tugas akhir saya. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu selama penyusunan rencana penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak, ibu, dan keluarga besar penulis yang senantiasa mendoakan serta teman-teman mahasiswa Ilmu dan Teknologi Kelautan (ITK) angkatan 57 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

Penulis mengharapkan segala bentuk, masukan, saran, dan evaluasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Semoga proposal ini dapat memenuhi fungsinya dan bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

Bogor, Desember 2025

Robiatul Adawiyah Harahap

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Penelitian	4
2.4 Pengumpulan Data	5
2.5 Pengolahan Ukuran Data Batimetri Akustik	5
2.6 Pengolahan Data Citra Sentinel-2	7
2.7 Pengolahan Data Pasang Surut	8
2.8 <i>Algoritma Machine Learning</i>	9
2.9 Pembagian Dataset	14
2.10 Nilai RMSE, MAE dan R^2	15
2.11 Visualisasi Data Batimetri	17
III HASIL DAN PEMBAHASAN	18
3.1 Batimetri Data Akustik	18
3.2 Akustik Secara Melintang	20
3.3 Kondisi Pasang Surut Perairan Konawe Bulan Mei dan Agustus	22
3.4 Pre-Processing Citra	24
3.5 Nilai Koefisien Determinasi (R^2)	28
3.6 Hasil Pengolahan <i>Machine Learning</i>	30
IV SIMPULAN DAN SARAN	39
4.1 Simpulan	39
4.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44
RIWAYAT HIDUP	49



DAFTAR TABEL

1. Tipe pasang surut berdasarkan kisaran bilangan formzahl	9
2. Pembagian Dataset	15
3. Kriteria nilai RMSE	16
4. Nilai MAE, RMSE dan R^2 Model KNN	31
5. Nilai MAE, RMSE dan R^2 Model RF	33
6. Nilai MAE, RMSE dan R^2 Model SVM	36

DAFTAR GAMBAR

1. Lokasi penelitian pengambilan data	3
2. Diagram alir pengolahan dan analisis data	4
3. Diagram alir KNN (Nababan et al. 2022)	11
4. Diagram alir Random Forest (Li dan Clifford 2016)	12
5. Ilustrasi model Random Forest (Khan et al. 2021)	13
6. Proses pengujian algoritma SVM (Zhong et al. 2018)	14
7. Peta Profil batimetri Konawe hasil pemeruman akustik	18
8. 3D Profil batimetri Konawe hasil pemeruman akustik	19
9. Profil kedalaman melintang bagian utara	20
10. Profil kedalaman melintang bagian tengah	21
11. Profil kedalaman melintang bagian selatan	21
12. Grafik pasang surut Bulan Mei 2022	23
13. Grafik pasang surut Bulan Agustus 2022	23
14. Data Citra Sentinel 2 (reprocesssing SNAP)	24
15. Proses NDWI Citra Sentinel 2	25
16. (a) Masking air (b) Cropping area citra	25
17. (a) Sebelum sunglint (b) Setelah sunglint	26
18. Hasil Satellite Derived Bathymetry (SDB)	27
19. Ekstrak point hasil SDB	27
20. Nilai R^2 data citra SDB dengan data akustik	28
21. Nilai R^2 data citra SDB dengan model (a) KNN, (b) RF, (c) SVM	29
22. Nilai R^2 data citra akustik dengan model (a) KNN, (b) RF, (c) SVM	30
23. Hasil 2 Dimensi Model KNN	32
24. Hasil 3 Dimensi model KNN	33
25. Hasil 3 Dimensi Model RF	34
26. Hasil 3 Dimensi Model RF	35
27. Hasil 2 Dimensi Model SVM	36
28. Hasil 3 Dimensi Model SVM	37

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kode Import dan Inisialisasi Library	44
2. Kode Membaca Dataset	45
3. Kode Pemodelan Menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN)	46
4. Kode Pemodelan Menggunakan Random Forest (RF)	47
5. Kode Pemodelan Menggunakan Support Vector Machine (SVM)	48