



KUANTIFIKASI SINYAL AKUSTIK TARGET BUATAN MENGUNAKAN PROTOTIPE SONAR DAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

NABILMAN SYAFIKRA KAHAR



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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 “Kuantifikasi Sinyal Akustik Target Buatan Menggunakan Prototipe Sonar dan Algoritma *Convolutional Neural Network*” 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, Juni 2026

Nabilman Syafikra Kahar
C5401221070

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

ABSTRAK

NABILMAN SYAFIKRA KAHAR. Kuantifikasi Sinyal Akustik Target Buatan Menggunakan Prototipe Sonar dan Algoritma *Convolutional Neural Network*. Dibimbing oleh HENRY M. MANIK dan ADHI KUSUMA NEGARA.

Penelitian ini bertujuan mengukur nilai *Target Strength* (TS) material kayu, PVC, dan besi menggunakan prototipe sonar berbasis PZT frekuensi 20 kHz serta mengevaluasi klasifikasi algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Eksperimen dilakukan pada kedalaman 3 meter di kolam terkontrol. Hasil pengukuran TS menunjukkan nilai $-40,56 \pm 2,469$ dB (kayu), $-35,8 \pm 1,718$ dB (PVC), dan $-41,88 \pm 1,874$ dB (besi). Evaluasi model CNN pada 399 sampel data membuktikan bahwa penggunaan data *Continuous Wavelet Transform* (CWT) memberikan hasil jauh lebih optimal dibandingkan data mentah (*raw data*). Model dengan data mentah menghasilkan akurasi 0,83 dan AUC 0,85, sedangkan model berbasis CWT mencapai akurasi sempurna dengan AUC 1,00 dan F1-Score 1,00. Disimpulkan bahwa integrasi teknologi akustik dengan CNN melalui pemrosesan sinyal CWT menunjukkan potensi besar untuk identifikasi dan klasifikasi target bawah air, meskipun hasil ini masih terbatas pada kondisi kolam ideal dengan potensi *overfitting*.

Kata kunci: akustik bawah air, CNN, CWT, prototipe sonar, target strength.

ABSTRACT

NABILMAN SYAFIKRA KAHAR. Quantification of Artificial Target using Sonar Prototype and Convolutional Neural Network Algorithm. Supervised by HENRY M. MANIK and ADHI KUSUMA NEGARA.

This study aims to measure the Target Strength (TS) value of wood, PVC, and metal materials using a 20 kHz PZT-based sonar prototype and evaluate the classification of the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm. The experiment was conducted at a depth of 3 meters in a controlled pool. The TS measurement results showed values of $-40,56 \pm 2,469$ dB (wood), $-35,8 \pm 1,718$ dB (PVC), and $-41,88 \pm 1,874$ dB (metal). Evaluation of the CNN model on 399 data samples proved that the use of Continuous Wavelet Transform (CWT) data provided much more optimal results than raw data. The model with raw data produced an accuracy of 0,83 and an AUC of 0.85, while the CWT-based model achieved perfect accuracy with an AUC of 1.00 and an F1-Score of 1.00. It was concluded that the integration of acoustic technology with CNN through CWT signal processing shows great potential for underwater target identification and classification, although these results are still limited to ideal pool conditions with the potential for overfitting.

Keywords: CNN, CWT, sonar prototype, target strength, underwater acoustic.



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KUANTIFIKASI SINYAL AKUSTIK TARGET BUATAN MENGUNAKAN PROTOTIPE SONAR DAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

NABILMAN SYAFIKRA KAHAR

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
2026**



@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. Dr. Ir. Totok Hestirianoto M.Sc.
2. Dr. Steven Solikin S.I.K., M.Si.



Judul Skripsi : Kuantifikasi Sinyal Akustik Target Buatan Menggunakan Prototipe Sonar dan Algoritma *Convolutional Neural Network*

Nama : Nabilman Syafikra Kahar
NIM : C5401221070

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Henry Munandar Manik S.Pi., M.T., Ph.D



Pembimbing 2:
Kolonel Adhi Kusuma Negara S.T.,
M.Tr.Hanla., M.Si

Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian:
7 Mei 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Februari 2026 ini ialah penggabungan data akustik dengan *artificial intelligence*, dengan judul “Kuantifikasi Sinyal Akustik Target Buatan Menggunakan Prototipe Sonar dan Algoritma *Convolutional Neural Network*”.

Penulis ini menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu merealisasikan penelitian ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Henry M. Manik, S.Pi., M.T., Ph.D selaku pembimbing pertama dan Kolonel Adhi Kusuma Negara S.T., M.Tr.Hanla., M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan dan berbagi ilmu mereka kepada penulis
2. Dr. Ir. Totok Hestirianto M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan arah pada mengolah data serta Dr. Steven Solikin S.I.K., M.Si. selaku dosen Gugus Kendali Mutu (GKM) yang telah membantu dan merevisi hasil penelitian penulis
3. PUSHIDROSAL telah memberikan izin untuk menggunakan fasilitas terbaru mereka di DISVERANAUTIKAS untuk penelitian penulis
4. Rekan-Rekan dan seluruh staf dari divisi DISVERANAUTIKAS yang telah membantu penulis dalam pengambilan data selama disana
5. Bang Moh. Rafli Furqan TEK S3 dan Bang Muhammad Ilham TEK S2 yang telah mengikutsertakan penulis dalam penelitian mereka dan menambah wawasan ilmu serta memberi dukungan penuh dalam pengerjaan penelitian penulis
6. Bang Syahrul Purnawan TEK S3 yang sudah memberi motivasi dan saran kepada penulis pada awal penelitian
7. Bang Agung Mahasiswa D3 STTAL yang telah membantu penulis dalam pengambilan data
8. Ibu Dr. Risti Endriani Arhatin, S.Pi., M.Si., selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan rekomendasi dan saran akademik kepada penulis
9. Teman-teman angkatan ITK59 yang sudah kebersamai penulis dan selalu mendukung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Nabilman Syafikra Kahar



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Asumsi Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
II KAJIAN TEORI	4
2.1 <i>Piezoelectric Transducer (PZT)</i>	4
2.2 <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	5
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	6
2.4 <i>Continuos Wavelet Transform (CWT)</i>	7
2.5 Variabilitas Target Strength dan Analisis Statistik	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 <i>Sonar Prototype</i>	10
3.5 Rancangan Survey	15
3.6 Kalibrasi Alat	16
3.7 Analisis Data	18
3.8 Penyimpanan Data Akustik	19
3.9 Pembangunan dan Pelatihan Model CNN	20
3.10 Pelatihan Model	23
3.11 <i>Evaluation metrics CNN</i>	24
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Kalibrasi Alat Akustik	27
4.2 Nilai Koefisien Refleksi Material	28
4.3 Nilai Target Strength (TS) Kalibrasi	28

4.4	Nilai Target Strength (TS) Material	30
4.5	Hasil Pembangunan Model CNN	36
4.6	<i>Evaluation metrics</i> CNN	38
V	SIMPULAN DAN SARAN	41
5.1	Simpulan	41
5.2	Saran	41
	DAFTAR PUSTAKA	42
	LAMPIRAN	54
	RIWAYAT HIDUP	59

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





DAFTAR TABEL

1	Alat dan Bahan Penelitian	9
2	Alat dan Bahan <i>Prototype</i>	13
3	Nilai komponen pada PCB	14
4	Pembagian Dataset	21
5	Pembagian <i>Training</i>	23
6	Kategori F1-Score	25
7	Kategori Kualitas <i>Deep Learning</i>	26
8	Hasil Kalibrasi <i>Prototype</i>	27
9	Hasil Nilai Koefisien (R) antar Material	28
10	Hasil Kalibrasi bola <i>sphere</i>	29
11	Nilai Target Strength (TS) Material beserta Referensi	30
12	Hasil Target Strength Kayu	31
13	Hasil Target Strength PVC	33
14	Hasil Target Strength Besi	35
15	Hasil Performa CNN	37
16	Hasil <i>evaluation metrics</i> CNN	38

DAFTAR GAMBAR

1	Sistem Kerja Sederhana PZT	4
2	Sistem Kerja Modul TX	5
3	Sistem Kerja Modul RX	5
4	Sistem Kerja Dasar CNN	6
5	Prosedur Pengambilan Data	10
6	Prosedur Hasil Pembelajaran Model CNN	11
7	Komponen PCB	12
8	Diagram Aliran Listrik	12
9	Layout <i>Sonar Prototype</i>	15
10	Layout Skematik Pengambilan Data	15
11	Proses Pembelajaran AI pada Software Teachable Machine	20
12	Tahapan Analisis Data menggunakan Model CNN	21
13	Sistem Kerja <i>Max Pooling</i>	22



14	Kalibrasi Alat Akustik (a) bola sphere berbahan tungsten, (b) tanpa objek	29
15	Posisi Hambur Balik Kayu	31
16	Posisi Hambur Balik PVC	33
17	Posisi Hambur Balik Besi	35
18	Hasil Evaluasi AUC (a) Sinyal Analog dan (b) CWT	39

DAFTAR LAMPIRAN

1	Skematik 3D Kolam Penelitian, Lab DISVERA PUSHIDROSAL	54
2	Skematik 2D secara Horizontal Kolam Penelitian, Lab DISVERA PUSHIDROSAL	54
3	Skematik 2D secara Vertikal Kolam Penelitian, Lab DISVERA PUSHIDROSAL	55
4	Sumber Data Suhu Kolam dari ADCP	55
5	Perhitungan Nilai Koefisien Refleksi (R) Material	56
6	Perhitungan Nilai SL Prototipe	57
7	Syntax Kode Perintah Prototipe	57

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.