

**IMPLEMENTASI CENTERNET UNTUK IDENTIFIKASI
JENIS LAMUN PADA CITRA BAWAH AIR BERBASIS
METODE ANCHOR-FREE**
Studi Kasus: Desa Pengudang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau

TUGAS AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

**IMPLEMENTASI CENTERNET UNTUK IDENTIFIKASI
JENIS LAMUN PADA CITRA BAWAH AIR BERBASIS
METODE ANCHOR-FREE**
Studi Kasus: Desa Pengudang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau

Tugas Akhir

Skema Skripsi

*Usulan Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika*



Irfan Ibrahim

2201020100

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “Implementasi *CenterNet* Untuk Identifikasi Jenis Lamun Pada Citra Bawah Air Berbasis Metode *Anchor-Free*” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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.

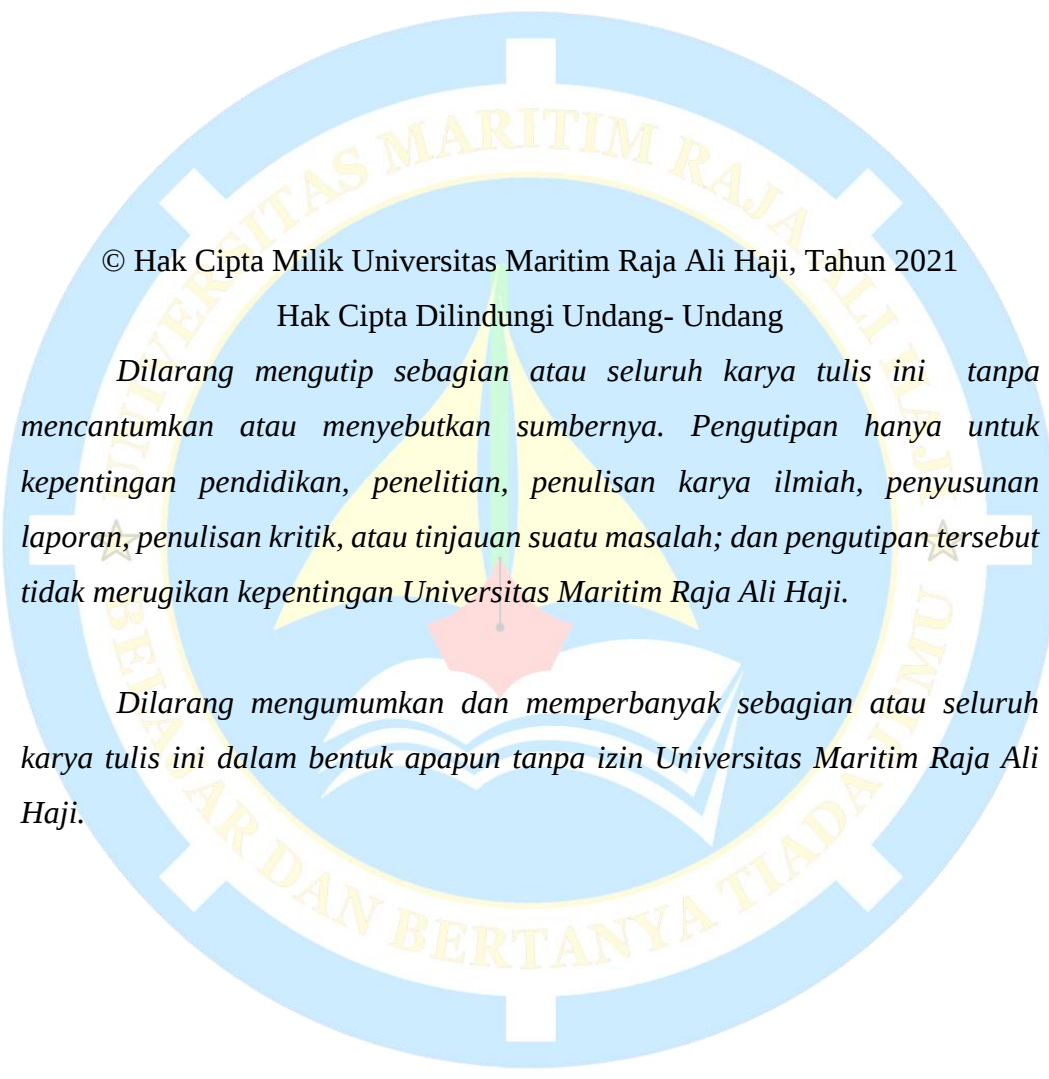
Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 30 Juni 2026



The block contains an official stamp of Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) and a handwritten signature. The stamp is circular with the university's name in Indonesian and English. In the center is a logo featuring a yellow triangle, a green triangle, and a red triangle. Below the triangles is an open book. The text 'UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI' is written in a circle around the logo. Below the logo, the words 'BELAJAR DAN BERTANYA' are written. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink.

Irfan Ibrahim
NIM 2201020100

The logo of Universitas Maritim Raja Ali Haji is a circular emblem. It features a blue outer ring with the university's name in yellow. Inside the ring is a yellow triangle with a red sailboat at its base. The sailboat has a red sail and a white hull. The text "UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI" is written in yellow along the top inner edge of the blue ring, and "PELAJARI DAN BERTANYA TIADA BATAS" is written along the bottom inner edge.

© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2021

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 Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Implementasi *CenterNet* Untuk Identifikasi Jenis
Lamun Pada Citra Bawah Air Berbasis Metode
Anchor-Free
Nama : Irfan Ibrahim
NIM : 2201020100
Program Studi : Teknik Informatika
Tanggal Persetujuan : 30 Juni 2026

Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing


Nola Ritha, S.T., M.Cs.
(Ketua)


Nurul Hayaty, S.T., M.Cs.
(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Implementasi *CenterNet* Untuk Identifikasi Jenis Lamun Pada Citra Bawah Air Berbasis Metode *Anchor-Free*

Nama : Irfan Ibrahim

NIM : 2201020100

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua : Tekad Matulatan, M.Info.Tech.

Anggota I : Nolan Efranda, M.Kom.

Anggota II : Novrizal Fattah Fahmitra, S.Kom., M.Kom.

Anggota III : Nola Ritha, S.T., M.Cs.

Anggota IV : Nurul Hayaty, S.T., M.Cs.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika



Hollanda Apri Kusuma, S.IK., M.Si
NIP. 198904012019031016

Tanggal Ujian: 9 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga proposal tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam tugas akhir adalah *Computer Vision* dan Kecerdasan Buatan, dengan judul **“Implementasi *CenterNet* Untuk Identifikasi Jenis Lamun Pada Citra Bawah Air Berbasis Metode *Anchor-Free*”**.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Nurul Hayaty, S.T., M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi saran, arahan dan bimbingan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Iwan Winarto dari Desa Pengudang Provinsi Kepulauan Riau yang telah membantu selama pengambilan data pada penelitian ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah dan ibu atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga proposal penelitian ini dapat memberikan berkontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi kelautan, serta menjadi solusi yang bermanfaat bagi upaya pelestarian ekosistem pesisir.

Tanjungpinang, 27 Februari 2026



Irfan Ibrahim

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	4
C. Batasan Penelitian.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
A. Tinjauan Pustaka.....	6
B. Landasan Teori.....	9
1. Ekosistem Padang Lamun.....	9
2. <i>Computer Vision</i>	13
3. <i>Deep Learning</i>	14
4. <i>Transfer Learning</i>	14
5. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	15
a. <i>Convolution layer</i>	16
b. <i>Pooling</i>	17
c. <i>Rectified Linear Unit (ReLU)</i>	18
6. <i>Object Detection</i>	19

7. CenterNet	20
a. Object as Points.....	20
b. Heatmap & Gaussian Rendering	21
c. Offset Regression.....	23
d. Size Regression	24
e. Loss Function	25
f. Backbone.....	26
g. Decoding	27
8. Data Augmentasi.....	28
9. Matrik Evaluasi	29
a. Intersection over Union (IoU).....	29
b. Precision dan Recall	29
c. Average Precision dan mean Average Precision (mAP)	30
d. F1-Score	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
B. Bahan dan Alat.....	33
1. Bahan	33
2. Alat.....	33
C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	34
D. Perancangan Sistem	41
1. Alur Kerja Sistem.....	41
2. Arsitektur Model Deteksi.....	43
a. Pra-pemrosesan citra masukan	44
b. Ekstraksi fitur (<i>Backbone ResNet-50</i>).....	46
c. Upsampling	50

d. Detection Heads	51
e. Dekode <i>bounding box final</i>	55
3. Desain Antarmuka Pengguna	57
E. Analisis Data	59
1. Evaluasi Klasifikasi (<i>Confusion Matrix</i>).....	59
2. Intersection over Union (IoU).....	60
3. mean <i>Average Precision</i> (mAP)	62
4. Loss Function.....	62
F. Jadwal Penelitian.....	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	66
A. Lingkungan Uji Coba.....	66
B. Strategi dan Tahapan Optimasi Model <i>CenterNet</i>	66
C. Implementasi dan Evaluasi <i>CenterNet</i>	67
1. Evaluasi Model <i>Baseline</i>	67
2. Analisis <i>Missing Annotation</i>	72
3. Metodologi Penambahan label baru.....	74
a. <i>Notebook 1: Pelatihan Model CenterNet Baseline</i>	75
b. <i>Notebook 2: Pelatihan Model ResNet-50 Classifier</i>	76
c. <i>Notebook 3: Generasi Label Tambahan</i>	77
d. <i>Notebook 4: Pelatihan Model ke-2 CenterNet</i>	78
4. Hasil Setelah Penambahan label baru	86
D. Variasi dan Optimasi Model	88
1. <i>Polygon Annotation Dataset</i>	88
2. Variasi Remove Background dengan SAM2	89
a. Metodologi penghapusan latar belakang.....	89
b. Percobaan Pertama: Remove Background pada Data Train	91

c. Percobaan Kedua: Remove Background pada Seluruh Dataset.....	94
3. Variasi Learning Rate	98
4. Perbandingan Seluruh Variasi.....	101
E. Pengujian Sistem.....	103
1. Pengujian Deteksi per Spesies pada Citra Statis	104
a. <i>Cymodocea rotundata</i>	105
b. <i>Enhalus acoroides</i>	106
c. <i>Halodule uninervis</i>	107
d. <i>Halophila ovalis</i>	108
e. <i>Syringodium isoetifolium</i>	109
f. <i>Thalassia hemprichii</i>	110
2. Ringkasan dan Perbandingan Waktu Inferensi	111
3. Pengujian pada Citra Dinamis.....	112
F. Hasil Perancangan Aplikasi Web Seagrassid.....	113
1. Halaman Beranda	114
2. Halaman Spesies	115
3. Halaman Lokasi Penelitian	116
4. Halaman Profil	117
5. Halaman Hasil Deteksi.....	118
BAB V PENUTUP.....	120
A. Kesimpulan	120
B. SARAN	121
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ciri Morfologi Lamun.....	11
Tabel 2. Bahan yang digunakan.....	33
Tabel 3. Perangkat keras yang digunakan.....	34
Tabel 4. Perangkat lunak yang digunakan	34
Tabel 5. Kondisi Pengambilan Citra Lamun Bawah Air	36
Tabel 6. Distribusi Dataset.....	40
Tabel 7. Perhitungan <i>Batch Norm</i>	48
Tabel 8. Komparasi <i>Bounding Box</i>	57
Tabel 9. Lingkungan Pelatihan model	66
Tabel 10. Konfigurasi Hyperparameter.....	67
Tabel 11. Metrik evaluasi <i>CenterNet baseline</i>	71
Tabel 12. Matriks AP per spesies.....	71
Tabel 13. Nilai mAP pada <i>split</i> data	72
Tabel 14. <i>Classification report Resnet-50</i>	76
Tabel 15. Konfigurasi Model <i>CenterNet v2</i>	78
Tabel 16. Nilai AP terhadap area deteksi.....	83
Tabel 17. Nilai <i>Average Recall (AR)</i>	83
Tabel 18. Evaluasi performa model	84
Tabel 19. perbandingan metrik evaluasi pelatihan ke-2 <i>CenterNet</i>	86
Tabel 20. Hasil evaluasi AP per kelas pada <i>split test</i>	93
Tabel 21. Hasil evaluasi AP per kelas pada <i>split test</i>	96
Tabel 22. Evaluasi AP per kelas pada <i>split test</i>	100
Tabel 23. Perbandingan seluruh variasi model	102
Tabel 24. Hasil Pengujian Deteksi <i>Cymodocea rotundata</i>	105
Tabel 25. Hasil Pengujian Deteksi <i>Enhalus acoroides</i>	106
Tabel 26. Hasil Pengujian Deteksi <i>Halodule uninervis</i>	107
Tabel 27. Hasil Pengujian Deteksi <i>Halophila ovalis</i>	108
Tabel 28. Hasil Pengujian Deteksi <i>Syringodium isoetifolium</i>	109
Tabel 29. Hasil Pengujian Deteksi <i>Thalassia hemprichii</i>	110
Tabel 30. Hasil pengujian keseluruhan kedua model di seluruh spesies	111
Tabel 31. Hasil Pengujian Citra Dinamis.....	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lamun.....	10
Gambar 2. Ilustrasi <i>Deep Learning</i>	14
Gambar 3. Ilustrasi CNN.....	15
Gambar 4. <i>Convolutional layer</i>	16
Gambar 5. Ilustrasi <i>average pooling</i> dan <i>max pooling</i>	18
Gambar 6. Arsitektur <i>Centernet</i>	20
Gambar 7. <i>Object as Points</i>	21
Gambar 8. <i>Heatmap Gaussian Rendering</i>	22
Gambar 9. Arsitektur <i>Resnet-50</i>	26
Gambar 10. Peta lokasi penelitian.....	32
Gambar 11. <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	35
Gambar 12. Foto citra dengan distorsi sedimen pekat	39
Gambar 13. Foto citra yang baik.....	39
Gambar 14. Flowchart Alur Kerja Sistem.....	42
Gambar 15. Arsitektur <i>CenterNet</i> dengan <i>Backbone</i> Resnet 50	44
Gambar 16. Citra lamun yang telah dilabeling	45
Gambar 17. Visualisasi <i>Heatmap</i>	53
Gambar 18. Rancangan User Interface Halaman Beranda.....	58
Gambar 19. Rancangan User Interface Halaman Deteksi.....	59
Gambar 20. Sebaran <i>ground truth dataset</i> lamun	68
Gambar 21. Grafik Training <i>Loss</i>	68
Gambar 22. <i>Confusion matrix model baseline</i>	69
Gambar 23. Visualisasi <i>heatmap</i> dalam untuk objek.....	73
Gambar 24. <i>Pipeline</i> penambahan bbox	75
Gambar 25. <i>Confusion matrix resnet-50</i>	76
Gambar 26. Visualisasi BBOX baru pada <i>dataset</i>	77
Gambar 27. Grafik <i>loss</i> model <i>CenterNet v2</i>	79
Gambar 28. Grafik pergerakan mAP	81
Gambar 29. Perbandingan model <i>baseline</i> (kiri) dan <i>CenterNet</i> pelatihan ke-2 (kanan)	87

Gambar 30. Dataset polygon.....	88
Gambar 31. Hasil <i>remove background</i> oleh SAM2	90
Gambar 32. <i>Training loss : Remove Background</i> pada Data Train	91
Gambar 33. Kurva grafik hasil <i>training</i>	92
Gambar 34. <i>Confusion Matrix</i> pada data <i>train</i> dan <i>test</i>	92
Gambar 35. Pola <i>heatmap</i> pada data <i>train</i>	93
Gambar 36. Pola <i>heatmap</i> pada data <i>test</i>	93
Gambar 37. Grafik <i>Training loss</i>	94
Gambar 38. Grafik <i>validation mAP</i>	95
Gambar 39. <i>Confusion Matrix</i> data <i>test</i>	96
Gambar 40. <i>Input</i> gambar dengan menghapus latar belakang	97
Gambar 41. <i>Input</i> gambar tanpa menghapus latar belakang	97
Gambar 42. Kurva <i>training loss</i> seluruh percobaan <i>learning rate</i>	98
Gambar 43. Kurva validasi <i>mAP@50</i>	99
Gambar 44. Grafik perbandingan hasil <i>mAP</i> antar percobaan pelatihan.....	101
Gambar 45. Grafik perbandingan nilai <i>loss</i> antar percobaan pelatihan	102
Gambar 46. Grafik perbandingan nilai <i>precision</i> dan <i>recall</i> antar percobaan pelatihan.....	102
Gambar 47. Halaman beranda Seagrassid.....	114
Gambar 48. Halaman Spesies	115
Gambar 49. Halaman Lokasi Penelitian.....	116
Gambar 50. Halaman Profil	117
Gambar 51. Halaman deteksi lamun	118
Gambar 52. UI penjelasan lamun terdeteksi	119

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Lamun.....	131
Lampiran 2. Hasil pengujian 10 citra lamun dari internet	133
Lampiran 3. Dokumentasi Pengambilan Data	139
Lampiran 4. Validasi Dataset Citra Lamun.....	140

