

FPIPS : 5033/UN40.A2.12/PT/2024

**PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG
MENGUNAKAN METODE *HABITAT SUITABILITY INDEX* DI
PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA
HIDROAKUSTIK
SKRIPSI**

*Karya tulis diajukan sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Geografi
(S.Geo) dari Program Studi Sains Informasi Geografi*



Disusun oleh:
Muhammad Fadel Mizan Bilqisti
2001057

**PROGRAM STUDI SAINS INFORMASI GEOGRAFI
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

HAK CIPTA
PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG
MENGGUNAKAN METODE HABITAT SUITABILITY INDEX DI
PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA
HIDROAKUSTIK

Oleh

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti

NIM 2001057

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Geografi (S. Geo) pada program Studi Sains Informasi Geografi. Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia

© Muhammad Fadel Mizan Bilqisti 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

April 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti, 2024

*PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG MENGGUNAKAN METODE HABITAT
SUITABILITY INDEX DI PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA
HIDROAKUSTIK*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

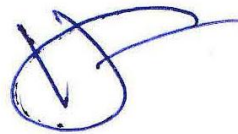
HALAMAN PENGESAHAN

MUHAMMAD FADEL MIZAN BILQISTI

PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG
MENGUNAKAN METODE *HABITAT SUITABILITY INDEX* DI PERAIRAN
BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA HIDROAKUSTIK

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



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

NIP. 19701229 199703 1 008

Pembimbing II

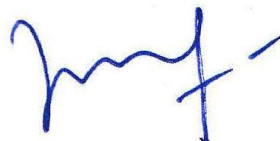


Shafira Himayah, S.Pd., M.Sc.

NIP. 92017121 988111 7201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sains Informasi Geografi



Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si.

NIP. 19790226 200501 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fadel Mizan Bilqisti

NIM : 2001057

Program Studi : Sains Informasi Geografi

Fakultas : Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial

Judul Penelitian : Penentuan Zona Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang Menggunakan Metode *Habitat Suitability Index* Di Perairan Banggai Berdasarkan Data Satelit Dan Data Hidroakustik.

Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ Penentuan Zona Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang Menggunakan Metode *Habitat Suitability Index* Di Perairan Banggai Berdasarkan Data Satelit Dan Data Hidroakustik” beserta seluruh isinya adalah benar karya saya pribadi. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan diluar cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya.

Bandung, 5 Mei 2024

Penyusun

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Karena atas berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana selesai tepat pada waktunya. Shalawat serta salam kita lantunkan kepada Rasulullah SAW dan kepada para sahabatnya dan kita selaku umatnya hingga akhir zaman amin ya rabbal allamin.

Dalam penyusunan skripsi ini yang berjudul “Penentuan Zona Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang Menggunakan Metode *Habitat Suitability Index* Di Perairan Banggai Berdasarkan Data Satelit dan Data Hidroakustik” merupakan akhir dari perkuliahan dan sebagai salah satu syarat dalam perkuliahan dalam menyelesaikan jenjang Sarjana atau S1 untuk memperoleh gelar Sarjana Geografi (S. Geo) pada program studi Sains Informasi Geografi.

Selama penyusunan skripsi ini, banyak perjuangan dan hambatan yang dilalui. Namun, dengan dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi sebaik mungkin. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Pertama dan paling utama kepada Allah SWT atas berkat rahmat, karunia kasih dan hidayahnya kepada yang penulis dapat menyusun skripsi ini sampai selesai tepat pada waktunya. Sebelumnya penulis kembali memuji Allah subhanahu wa ta'ala, bersyukur atas banyak sekali nikmat yang diberikan-Nya.
2. Teruntuk orangtua penulis yang sangat penulis sayangi dan cintai serta seluruh keluarga besar saya yang selalu mendukung, bekerja keras, menyayangi, mendoakan dan pengorbanan untuk penulis sampai pada titik ini. Terima kasih telah menjadi orang tua terbaik bagi penulis, selalu jadi penyemangat penulis, serta rumah kembali terbaik bagi penulis.
3. Terima kasih banyak kepada bapak Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si sebagai ketua Program Studi Sains Informasi Geografi yang selalu memberikan semangat dan memotivasi mahasiswanya. Selalu mengawal mahasiswanya

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti, 2024

PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG MENGGUNAKAN METODE HABITAT SUITABILITY INDEX DI PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA HIDROAKUSTIK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

sampai tahap akhir ini. Terima kasih banyak pak lili telah memberikan kesempatan ini kepada penulis karena kesempatan ini sangat berharga bagi penulis.

4. Terima kasih banyak penulis ucapkan kepada dosen pembimbing 1 yaitu bapak Prof. Henry Munandar Manik, S.Pi., M.T., Ph.D. yang memberikan kesempatan kepada saya untuk terlibat dalam penelitian yang beliau pimpin serta banyak memberikan ilmu dan pengalaman di bidang Hidroakustik selama proses pembimbingan dan dosen pembimbing II yaitu ibu Shafira Himayah, S.Pd., M.Sc. yang selalu senantiasa membimbing penulis dari awal merancang skripsi ini sampai akhir, selalu memberikan masukan dan membantu penulis dalam melalui tahapan-tahapan skripsi ini.
5. Tim Peneliti BUDEE, kawan-kawan dari IPB yang banyak memberikan dukungan maupun masukan bagi penulis baik moril maupun materiil.
6. Teman penulis yaitu Muh. Fiqri Abdi Rabbi yang bersama dengan penulis selama mengikuti kegiatan penelitian BUDEE di IPB. Terima kasih rekan-rekan CQ dan juga PUSKODAL yang telah menerima penulis sebagai teman dekat. Terima kasih kepada teman baik saya, M Rifqi Naufal dan Zidan Ramadhan yang juga memberikan semangat dan motivasi secara tidak langsung pada penulis selama penyusunan skripsi. Kepada teman – teman IMAGIS 2020 yang sudah berbagi ilmu tentang GIS di berbagai bidang. Kepada sahabat penulis di perkuliahan yaitu kepada, Daffa Rizal Fauzan S., Taufik Hidayat, Ghilba Haedar Fitra dan teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan.

Semoga kita semua berada dalam lindungan dan diberkahi Allah SWT, saya selaku penulis mengucapkan terima kasih banyak yang telah mendukung penulis sampai menyelesaikan skripsi ini. Sebagai manusia dalam proses penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna semoga dan memiliki keterbatasan, semoga penulisan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan dikembangkan lebih baik lagi. Dari kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini, peneliti memohon maaf dan memohon untuk saran dan kritiknya agar dapat menyempurnakan skripsi ini dalam masa

yang akan datang. Penulis mengucapkan terima kasih dan memohon maaf jika ada kekurangan dan kekeliruan dalam skripsi ini.

Bandung, 5 Mei 2024

Penyusun

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti

ABSTRAK**PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG
MENGUNAKAN METODE *HABITAT SUITABILITY INDEX* DI PERAIRAN
BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT AQUA MODIS DAN DATA
HIDROAKUSTIK**

Oleh:

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti

Pembimbing:

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

Shafira Himayah, S.Pd., M.Sc.

Perairan Banggai merupakan wilayah yang kaya akan sumber daya ikan, potensi kehidupan ikan sangat baik untuk dikembangkan dalam kondisi ini, ikan sangat mudah dieksplorasi sumber daya alamnya namun jika tidak dijaga maka penting untuk melihat seberapa besar potensi kesesuaian habitat ikan agar dapat dipetakan dan dilakukan tindakan untuk mencegah terjadinya perusakan habitat oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab. Hal tersebut membuat perlunya analisis sebaran keberadaan ikan. Tujuan Utama penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi kesesuaian habitat ikan cakalang dapat ditemukan di Perairan Banggai. Dengan metode *Habitat Suitability Index* untuk menentukan sebaran area yang memiliki karakteristik ikan cakalang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada September 2022, Perairan Banggai memiliki area yang sesuai dengan karakteristik ikan cakalang, dengan suhu permukaan laut $29,5^{\circ}\text{C}$ dan konsentrasi klorofil-a $0,15 \text{ Mg/m}^3$. Pengujian akurasi data menunjukkan nilai RMSE 0,37 untuk suhu permukaan laut dan 0,14 untuk klorofil-a. Dalam periode bulan September 2022 menunjukkan bahwa wilayah yang memiliki kesesuaian karakteristik ikan cakalang ada pada wilayah bagian barat perairan Banggai dekat dengan pulau Banggai kepulauan dan Banggai laut, selain itu wilayah utara dan juga timur perairan Banggai memiliki kondisi yang sesuai dengan karakteristik ikan cakalang. Pemetaan zona kesesuaian habitat ikan cakalang menunjukkan tiga zona: Tinggi (45%), Medium (5%), dan Rendah (50%). Sebaran kepadatan ikan menunjukkan konsentrasi pada kolom air. Temuan ini dapat mendukung peraturan tata ruang laut dan kebijakan kawasan konservasi ikan. Dalam hal ini dapat dikembangkan dalam peraturan tata ruang laut bagaimana ke depannya dapat dibuat kebijakan kawasan konservasi ikan. Korelasi data penginderaan jauh dan data hidroakustik menunjukkan pengaruh yang positif terhadap identifikasi keberadaan ikan dari pemodelan GAM.

Kata Kunci: Hidroakustik, Penginderaan Jauh, Parameter Oseanografi, Zona Potensi Kesesuaian Habitat Ikan, Ikan Cakalang

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti, 2024

**PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG MENGGUNAKAN METODE *HABITAT SUITABILITY INDEX* DI PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA
HIDROAKUSTIK**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRACT**DETERMINATION OF SKIPJACK HABITAT SUITABILITY ZONE USING HABITAT SUITABILITY INDEX METHOD IN BANGGAI WATERS BASED ON AQUA MODIS SATELLITE DATA AND HYDROACOUSTIC DATA**

Undergraduate thesis by:

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti

Supervisors:

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

Shafira Himayah, S.Pd., M.Sc.

Banggai waters are an area rich in fish resources, the potential of fish life is very good to be developed in this condition. Fish is easy to explore its natural resources, but if it is not maintained, it is important to see how much the potential of fish habitat suitability is so that it can be developed. It is important to see how much potential fish habitat suitability is so that it can be mapped and actions taken to prevent the destruction of fish habitat. The main objective of this research is to analyze the potential habitat suitability of skipjack can be found in the Banggai Waters with the Habitat Suitability Index method to determine the distribution of areas that have skipjack characteristics. The results showed that in September 2022, Banggai Waters has an area suitable for skipjack characteristics. Areas that are suitable for skipjack characteristics, with sea surface temperatures of 29.5°C and chlorophyll-a concentration of 0.15 Mg/m³. Data accuracy testing data accuracy testing showed RMSE values of 0.37 for sea surface temperature and 0.14 for chlorophyll-a. In the period of September 2022, it shows that areas that have suitability of skipjack characteristics is in the western part of the waters of Banggai near the islands of Banggai archipelago and Banggai sea, besides that the north and also the east of Banggai waters have conditions that are suitable for with skipjack characteristics. Mapping of habitat suitability zones for skipjack. The mapping of skipjack habitat suitability zones shows three zones: High (45%), Medium (5%), and Low (51%). Fish density distribution showed concentration in the water column. This finding can support marine spatial planning regulations and fish conservation area policies. In this case, it can be developed in the marine spatial planning regulations how to make a fish conservation area policy in the future. In the future can be made a fish conservation area policy. Correlation of data remote sensing data and hydroacoustic data show a positive influence on the identification of fish presence from GAM modeling. On the identification of fish presence from GAM modeling.

Keywords: *Hydroacoustic, Remote Sensing, Oceanographic Parameters, Potential Fish Habitat Suitability Zone, Skipjack Fish*

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti, 2024

PENUNTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG MENGGUNAKAN METODE HABITAT SUITABILITY INDEX DI PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA HIDROAKUSTIK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
 BAB I Pendahuluan.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Definisi Operasional	6
1.6 Penelitian Terdahulu	7
 BAB II Kajian Pustaka	 22
2.1 Karakteristik dan Habitat Ikan Cakalang.....	22
2.1.1 Ikan Cakalang.....	23
2.1.2 Zona Pelagis	24
2.2 Penginderaan Jauh	25
2.2.1 Citra Satelit.....	26
2.2.2 Komponen Penginderaan Jauh	26
2.2.3 Sistem Penginderaan Jauh	27

Muhammad Fadel Mizan Bilqisti, 2024

PENENTUAN ZONA KESESUAIAN HABITAT IKAN CAKALANG MENGGUNAKAN METODE HABITAT SUITABILITY INDEX DI PERAIRAN BANGGAI BERDASARKAN DATA SATELIT DAN DATA HIDROAKUSTIK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2.3	Penginderaan Jauh Untuk Analisis Habitat Ikan	27
2.3.1	Satelit <i>Aqua MODIS</i>	27
2.3.2	Sensor <i>Aqua MODIS</i>	28
2.3.3	<i>Inverse Distance Weighting (IDW)</i>	29
2.3.4	<i>Habitat Suitability Index Model</i>	30
2.3.5	Hidroakustik	31
2.3.6	<i>Conductivity, Temperature, and Depth (CTD)</i>	34
2.3.7	<i>Sensor Conductivity, Temperature, and Depth (CTD)</i>	34
2.3.8	<i>Generalized Additive Model (GAM)</i>	35
2.3.10	<i>Root Mean Square Error</i>	36
BAB III Metode Penelitian.....		37
3.1	Metode Penelitian	37
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	37
3.2.1	Lokasi Penelitian	37
3.2.2	Waktu Penelitian	39
3.3	Alat dan Data Penelitian	40
3.3.1	Alat	40
3.3.2	Data	41
3.4	Populasi dan Sampel.....	43
3.4.1	Populasi	43
3.4.2	Sampel	43
3.5	Desain Penelitian	44
3.5.1	Pra Penelitian.....	44
3.5.2	Pelaksanaan Penelitian	45
3.5.3	Pasca Penelitian	46

3.6	Variabel Penelitian.....	46
3.7	Teknik Pengumpulan Data.....	47
3.7.1	Studi Literatur.....	47
3.7.2	Studi Observasi.....	48
3.7.3	Studi Dokumentasi	48
3.8	Teknik Analisis Data	49
3.8.1	Menganalisis Potensi Persebaran Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang dapat Ditemukan Di Perairan Banggai.....	50
3.8.2	Menganalisis Ketelitian Data Aqua MODIS dan Data Hidroakustik terhadap Nilai <i>Chlorophyll-a</i> dan <i>Sea Surface Temperature</i> untuk Kesesuaian Habitat Ikan di Perairan Banggai.....	51
3.8.3	Membandingkan Hasil - Hasil Data Citra Satelit dan Hasil Data <i>Conductivity, Temperature, Depth</i> untuk menjadi Peta Zona Kesesuaian Habitat Ikan di Perairan Banggai.	51
3.8.4	Perhitungan Keberadaan Ikan dan Densitas Ikan Secara Akustik	54
3.9	Bagan Alur Penelitian	55
BAB IV Hasil dan Pembahasan		56
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	56
4.1.1	Lokasi Geografis dan Kondisi Fisik.....	56
4.1.2	Potensi Habitat Ikan	58
4.2	Hasil Penelitian	59
4.2.1	<i>Sea Surface Temperature</i> Perairan Banggai September 2022.....	59
4.2.2	<i>Chlorophyll-a</i> Perairan Banggai Bulan September 2022	66
4.2.3	Pengujian ketelitian <i>Root mean Square Error (RMSE)</i>	71
4.2.4	Sebaran Potensi Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang dapat ditemukan Di Perairan Banggai	78

4.2.5	Deteksi Keberadaan Ikan (CPUE).....	84
4.2.6	Estimasi Ikan Cakalang	88
4.3	Pembahasan	92
4.3.1	<i>Generalized Additive Model (GAM)</i>	92
4.3.2	<i>Habitat Suitability Index (HSI)</i>	96
4.3.3	Zona Potensi Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang.....	98
BAB V Kesimpulan.....		101
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Implikasi	101
5.3	Rekomendasi.....	102
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN.....		xxi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ikan Cakalang.....	23
Gambar 2. 2 Sistem Penginderaan Jauh.....	27
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	xii
Gambar 3. 2 Prosedur Analisis GAM pada R.....	53
Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian.....	55
Gambar 4. 1. Peta Lokasi Wilayah Penelitian.....	57
Gambar 4. 2 Diagram Sea Surface Temperature	60
Gambar 4. 3 Peta Sebaran Suhu Permukaan Laut.....	61
Gambar 4. 4 Peta Distribusi Nilai Sea Surface Temperature.....	62
Gambar 4. 5 Peta Distribusi Nilai Sea Surface Temperature.....	65
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Nilai Chlorophyll-a Citra Aqua MODIS Sebelum Interpolasi IDW.....	67
Gambar 4. 7 Peta Sebaran Chlorophyll-a Citra Aqua MODIS Setelah Interpolasi IDW.....	68
Gambar 4. 8 Peta Persebaran Chlorophyll-a Data Conductivity, Temperature, and Depth.....	70
Gambar 4. 9 Peta Sebaran Prediksi Habitat Ikan Cakalang Bulan September 2022	79
Gambar 4. 10 Peta Zona Potensi Kesesuaian Habitat Ikan.....	82
Gambar 4. 11 Echo Integration yang Teridentifikasi Memiliki Nilai SV Pada Echogram ESP3	84
Gambar 4. 12 Peta Heatmap Densitas Ikan Cakalang.....	87
Gambar 4. 13 Scatter Plot hubungan antara nilai TS rata-rata untuk integrasi echo dan kedalaman.....	88
Gambar 4. 14 Persentase dan total densitas ikan berdasarkan ukuran ikan dan kedalamannya.....	90
Gambar 4. 15 Histogram Frekuensi Distribusi Nilai <i>Sea Surface Temperature</i> dan <i>Chlorophyll-a</i> Pada Titik Densitas Ikan yang Teridentifikasi.	92

Gambar 4. 16 Pengaruh Parameter Oseanografi SST dan Konsentrasi Chlorophyll- a perairan terhadap distribusi ikan, Gray-Shaded area (warna arsiran abu-abu) menunjukkan batas tingkat kepercayaan.....	95
Gambar 4. 17 Peta Kesesuaian Habitat Ikan dari hasil Overlay dua Peta Kesesuaian Habitat Ikan.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3. 1 Alat Penelitian.....	40
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	42
Tabel 3. 3 Populasi dan Sampel Penelitian	44
Tabel 3. 4 Variabel Penelitian.....	46
Tabel 3. 5 Kriteria Habitat Ikan Cakalang	51
Tabel 3. 6 Model Parameter Oseanografi	53
Tabel 4. 1 Tabel hasil Ekstraksi Nilai Kosentrasi Cholorphyll-a dan Sea Surface Temperature Berdasarkan data citra Aqua MODIS	72
Tabel 4. 2 Tabel hasil nilai konsentrasi Chlorophyll-a dan Sea Surface Temperature berdasarkan data stasiun lapangan	72
Tabel 4. 3 Hasil Uji Validasi Sea Surface Temperature Data Citra dan Data Hidroakustik dengan RMSE	74
Tabel 4. 4 Hasil Uji Validasi Chlorophyll-a Data Citra dan Data Hidroakustik dengan RMSE	76
Tabel 4. 5 Estimasi densitas ikan berdasarkan nilai TS dan ukuran ikan	89
Tabel 4. 6 Penyimpangan yang berasal dari GAM dan Nilai-nilai AIC	93
Tabel 4. 7 Tabel Produksi Perikanan Tangkap di Perairan Banggai 2019-2022 ..	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Perjanjian Kerja Sama	xxi
Lampiran 2 Foto Penandatanganan Surat Perjanjian Kerjasama	xxvi

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H. (2017). Ekobiologi, Habitat Dan Potensi Budidaya Ikan Betok (Anabas Testudineus Bloch) Di Indonesia: Mini Review. *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, January 2017, 1–5. <https://www.ejurnalunsam.id/index.php/jisa/article/view/362>
- Al'abda, A. N. M. (2021). *Inventarisasi Dan Pembuatan Basis Data Keanekaragaman Ikan Di Waduk Jatibarang Kota Semarang - Walisongo Repository*. 1–167. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/14326/>
- Aminuddin, M (2014). Pengaruh Perbedaan Jenis Umpan Hidup Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang Pada Alat Tangkap Pole And Line. Penangkapan Ikan. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Anderson, J., Fausch, K., & Shepard, B. (2015). *Habitat Suitability Criteria For Fishes In Streams*. American Fisheries Society.
- Baru, D. I. S. (2019). *Seminar Nasional Kelautan Xiv” Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut Dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia” Fakultas Teknik Dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019* (Issue April).
- Brooks, R. P. (1997). A Habitat-Based Model Of Avian Community Structure: Applications To Conservation Planning. *Environmental Management*, 21(5), 731-747.
- Brooks, R. P. (1997): Improving Habitat Suitability Index Mod- Els. *Wildlife Soc. Bull.*, 25(1), 163–167.
- Chen, X., Li, G., Feng, B., & Tian, S. (2009). Habitat Suitability Index Of Chub Mackerel (*Scomber Japonicus*) From July To September In The East China Sea. *Journal Of Oceanography*, 65(1), 93–102. <https://doi.org/10.1007/s10872-009-0009-9>
- Dfo. (2015). Review Of The Applicability Of Habitat Suitability Index (Hsi) Model And Habitat Assessment Tool (Hat) For Assessment Of Westslope Cutthroat Trout Habitat Characteristics And Associated Productivity. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Response*, 2015/034 (December).

- Dinas Kelautan Dan Perikanan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2013. Buku Tahunan Statistik Perikanan Tangkap Sulawesi Tenggara Tahun 2013. Kendari.
- Farhan, M., Manik, H. M., & Hestirianoto, T. (2023). Pengukuran Nilai Target Strength Dan Acoustic Fish Density Di Perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 13(2), 175–186. <https://doi.org/10.24319/jtpk.13.175-186>
- Fathaero, F. (2020). *Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis)*. December, 1–7.
- Hanintyo, R. (2019). *Spatio-Temporal Habitat Suitability Detection For Small Pelagic Fish Using Earth Observation Data On Nusa Penida Coast Bali, Indonesia*. <http://essay.utwente.nl/83352/1/Hanintyo.pdf>
- Hidayat, R., Zainuddin, M., Mallawa, A., Mustapha, M. A., & Putri, A. R. S. (2021). Mapping Spatial-Temporal Skipjack Tuna Habitat As A Reference For Fish Aggregating Devices (Fads) Settings In Makassar Strait, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(9), 3637–3647. <https://doi.org/10.13057/biodiv/D220905>
- Hidayat, Rachmat (2021) Habitat Prediction And Movement Pattern Of Skipjacktuna (Katsuwonus Pelamis) In Indonesia Fisheries Management Area 713 Based On Satellite Oceanographic Data. (Disertasi, Universitas Hassanuddin). <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/12740/>
- Hixon, M. A., & Webster, M. S. (2002). Density Dependence In Reef Fish Populations. *Ecology*, 83(6), 1253–1260.
- Hsu, T. Y., & Chang, Y. (2017). Modeling The Habitat Suitability Index Of Skipjack Tuna (Katsuwonus Pelamis) In The Western And Central Pacific Ocean. *International Geoscience And Remote Sensing Symposium (Igarss)*, 2017-July, 2950–2953. <https://doi.org/10.1109/Igarss.2017.8127617>
- Ilyas, A., & Suyanti, S. (2023). Karakteristik Perairan Banggai, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan Tropis*, 21(1), 1-10.
- Indrayani., Mallawa, A., Zainuddin, M. (2012). Penentuan Karakteristik Habitat Daerah Potensial Ikan Pelagis Kecil Dengan Pendekatan Spasial Di Perairan Sinjai. *Jurnal Penelitian*, 12(1), 1–10.
- Karunasingha, D. S. K. (2022). Root Mean Square Error Or Mean Absolute Error? Use Their Ratio As Well. *Information Sciences*, 585, 609–629. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.11.036>
- Kasim, K., Sadiyah, L., & Hartati, S. T. (2016). Parameter Oseanografi Dan Pengaruhnya Terhadap Kelimpahan Ikan Banggai Kardinal (Pterapogon Kaudernii) Di Perairan Kepulauan Banggai. *Jurnal Penelitian ...*, 263–271.

- [Http://Ejournalbalitbang.Kkp.Go.Id/Index.Php/Jppi/Article/View/948%0ahttp://Ejournal-Balitbang.Kkp.Go.Id/Index.Php/Jppi/Article/Download/948/887](http://Ejournalbalitbang.Kkp.Go.Id/Index.Php/Jppi/Article/View/948%0ahttp://Ejournal-Balitbang.Kkp.Go.Id/Index.Php/Jppi/Article/Download/948/887)
- Kusumawardhani, N. R., Arbi, U. Y., & Aunurohim. (2019). Analisis Preferensi Habitat Ikan Capungan Banggai (Pterapogon Kauderni) Di Lokasi Introduksi Perairan Kendari, Sulawesi Tenggara. *Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut Dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia*, 47–59.
- L.Somantri (2009)., Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing)., Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lamouroux, N., Capra, H., & Pouilly, M. (1998). Predicting Habitat Suitability For Lotic Fish: Linking Statistical Hydraulic Models With Multivariate Habitat Use Models. *Regulated Rivers: Research And Management*, 14(1), 1–11. [https://doi.org/10.1002/\(Sici\)1099-1646\(199801/02\)14:1<1::Aid-Rrr472>3.0.Co;2-D](https://doi.org/10.1002/(Sici)1099-1646(199801/02)14:1<1::Aid-Rrr472>3.0.Co;2-D)
- Layanan Ikan Dan Satwa Liar Amerika Serikat. (1980a). Wildlife Habitat Suitability Index Models: Fish. U.S. Department Of The Interior, Fish And Wildlife Service.
- Layanan Ikan Dan Satwa Liar Amerika Serikat. (1980b). Wildlife Habitat Suitability Index Models: Birds. U.S. Department Of The Interior, Fish And Wildlife Service.
- Li, G., Cao, J., Zou, X., Chen, X., & Runnebaum, J. (2016). Modeling Habitat Suitability Index For Chilean Jack Mackerel (Trachurus Murphyi) In The South East Pacific. *Fisheries Research*, 178, 47–60. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.11.012>
- Lillesand, T. M., Dan Kiefer, R. W. (2000). Remote Sensing And Image Interpretation. 4th Ed. New York: John Wiley & Sons.
- Manik Dan Dwinovantyo (2018). *Teknik Deteksi Bawah Air*. Penerbit Ipb Press Bogor
- Manik Hm. (2013). Deteksi Ikan Karang Menggunakan Teknologi Echosounder. Di Dalam: Hidayat Tt, Syamsuddin S, Sudrajat A, Masengi S, Nainggolan C, Raharjo P, Sipahutar Yh, Editor. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia*. 19-24 Jakarta, Indonesia. Sekolah Tinggi Perikanan.

- Manik, H. M. (2014). Teknologi Akustik Bawah Air: Solusi Data Perikanan Laut Indonesia. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*, 1(3), 181-186.
- Manik, H. M., & Dwinovantyo, A. (2018). *Teknik Deteksi Bawah Air* (Cetakan Pertama). Pt Penerbit Ipb Press.
- Manik, H. M., & Nurkomala, I. (2016). Pengukuran Target Strength Dan Stok Ikan Di Perairan Pulau Pari Menggunakan Metode Single Echo Detector (Measurement Of Target Strength And Fish Stock In Pari Islands Seawaters Using Single Echo Detector Method). *Marine Fisheries: Journal Of Marine Fisheries Technology And Management*, 7(1), 69-81.
- Manik, H. M., Sujatmiko, T. N., Ma'mun, A., & Priatna, A. (2018). Penerapan Teknologi Hidroakustik Untuk Pengukuran Sebaran Spasial Dan Temporal Ikan Pelagis Kecil Di Laut Banda Application Of Hydroacoustic Technology To Measure Spatial And Temporal Distribution Of Small Pelagic Density In Banda Sea. *Marine Fisheries : Journal Of Marine Fisheries Technology And Management*, 9(1), 41–53. <https://doi.org/10.29244/jmf.9.1.39-52>
- Manik, H., Susilohadi, S., & Kusumah, B. R. (2019). Rancang Bangun Transmitter Dan Receiver Untuk Sistem Komunikasi Akustik Bawah Air. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 15(3).
- Manik, H.M. 2012b. Physical Modeling And Measurement Of Fish Acoustic Backscatter. *Proceeding Of American Institute Of Physics*. P. 99-102.
- Monk, J., Ierodionou, D., Versace, V. L., Bellgrove, A., Harvey, E., Rattray, A., Laurenson, L., & Quinn, G. P. (2010). Habitat Suitability For Marine Fishes Using Presence-Only Modelling And Multibeam Sonar. *Marine Ecology Progress Series*, 420, 157–174. <https://doi.org/10.3354/meps08858>
- Mujiyanto, M., & Syam, A. Y. (2015). Karakteristik Habitat Ikan Kerapu Di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah The Characteristic Habitat Of Grouper Fish In Karimunjawa Islands, Central Java. *Bawal Cilalawi*, 7(1), 147–154.
- Mursyidin, M., Munadi, K., & Z.A., M. (2015). Prediksi Zona Tangkapan Ikan Menggunakan Citra *Chlorophyll-A* Dan Citra *Sea Surface Temperature* Satelit

- Aqua Modis Di Perairan Pulo Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(5), 176.
<https://doi.org/10.17529/jre.v11i5.2973>
- Natsir, M., Sadhotomo, B., & Wudianto, W. (2017). Pendugaan Biomassa Ikan Pelagis Di Perairan Teluk Tomini Dengan Metode Akustik Bim Terbagi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(6), 101.
<https://doi.org/10.15578/jppi.11.6.2005.101-107>
- Nico, W. (2016). *Studi Persebaran Klorofil-A Dan Citra Aqua Modis Citra (Studi Kasus : Kasus : Wilayah Perairan Pantai Banyuwangi) Banyuwangi) (Studi Imagery And Awua Modis Imagery (Case Study : Banyuwangi Coastal Area)*. 49.
- Nugraheni, A. D., Zainuri, M., Wirasatriya, A., & Maslukah, L. (2022). Sebaran Klorofil-A Secara Horizontal Di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2), 221–230.
<https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.40004>
- Pratama, G. B., Nurani, T. W., & Herdiyeni, Y. (2023). Pemodelan Kesesuaian Habitat Ikan Pelagis Berbasis Kondisi Oseanografi Di Perairan Palabuhanratu. *Bawal*, 14(3), 161–171.
- Prayitno, L. M., Rahman, A., & Yasmi, Z. (2021). *Chlorophyll-A Dan Sea Surface Temperature Di Perairan Kalimantan Selatan Application Of Aqua-Modis Satellite Imagery Data To Determine Primary Productivity Of Waters By Chlorophyll-A And Sea Surface Temperature Distribution Method In South Kalimantan Waters Meng. March*, 10–28.
- Raleigh, R. F., Zuckerman, L. D., & Nelson, P. C. (1984). Habitat Suitability Index Models And Instream Flow Suitability Curves: Brown Trout. *Fws/Obs - 82/10.124*, 82(September), 65.
- Ramdhan, G., Ernarningsih, D., & Limbong, M. (2023). Hubungan *Chlorophyll-A* Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Belanak (*Mugil Cephalus*) Di Pelabuhan Perikanan Tambak Lorok, Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 8(2), 29-42.
- Safuruddin, Rezkyanti, N. I., Hajar, M. A. I., Farhum, S. A., & Zainuddin, M. (2014). Aplikasi Generalized Additive Model Untuk Mengungkap Keterkaitan Faktor Oseanografi Dan Distribusi Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*): Studi Kasus Di Perairan Teluk Bone September 2013 – Februari 2014. *Simposium Nasional 1 Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin, September 2016*, 1–6.
- Salwa, N., Tatsara, N., Amalia, R., & Zohra, A. F. (2018). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (Jst) (Studi Kasus:

- Sub Das Siak Hulu). *Journal Of Data Analysis*, 1(2011), 21–31. [Http://Ce.Unri.Ac.Id](http://Ce.Unri.Ac.Id)
- Samsu, S., David, G., & Purnama, A. (2021). Penentuan Kesesuaian Lokasi Marikultur Ikan Kerapu Di Sumatera Utara, Indonesia Menggunakan Google Earth Engine. *Jfmr-Journal Of Fisheries And Marine Research*, 5(2). [Https://Doi.Org/10.21776/Ub.Jfmr.2021.005.02.21](https://doi.org/10.21776/Ub.Jfmr.2021.005.02.21)
- Selatan, S. (2013). *Seminar Nasional Tahunan X Hasil Penelitian Kelautan Dan Perikanan, 31 Agustus 2013 Penentuan Kesesuaian Lahan Budidaya Tambak Berkelanjutan Di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur Semnaskan _ Ugm / Rekayasa Budidaya A (Ra-13) Seminar Nasional Tahunan X Hasil*. 1–12.
- Shaari, N. R., & Mustapha, M. A. (2018). Predicting Potential Rastrelliger Kanagurta Fish Habitat Using Modis Satellite Data And Gis Modeling: A Case Study Of Exclusive Economic Zone, Malaysia. *Sains Malaysiana*, 47(7), 1369–1378. [Https://Doi.Org/10.17576/Jsm-2018-4707-03](https://doi.org/10.17576/Jsm-2018-4707-03)
- Simanjuntak, M. (2012). Sea Water Quality Observed From Nutrient Aspect, Dissolved Oxygen And Ph In The Banggai Waters, Central Sulawesi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2), 290–303. [Https://Doi.Org/10.29244/Jitkt.V4i2.7791](https://doi.org/10.29244/jitkt.v4i2.7791)
- Siyoto, Sandu Dan Ali, Sodik. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing
- Stankowich, T. (2017). *Predator-Prey Interactions: Co-Evolution Between Bats And Their Prey*. Springer.
- Sugama, K., 2008. Pemijahan Dan Pembesaran Anak Ikan Cardinak Banggai (Pterapogon Kauderni). *J. Ris. Akuakultur*, 3(1): 83-90.
- Suprayogi, I., Trimaijon, & Mahyudin. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (Zst) (Studi Kasus : Sub Das Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–18.
- Sutanto. 1992. “Penginderaan Jauh Dasar Jilid I”. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suwargana, N. (2013). Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, Spot Dan Ikonos. *Jurnal Ilmiah Widya*, 1(2), 167–174.
- Syaifulah, M. Dj. (2018). Suhu Permukaan Laut Perairan Indonesia Dan Hubungannya Dengan Pemanasan Global. *Jurnal Segara*, 11(2), 37–47. [Https://Doi.Org/10.15578/Segara.V11i2.7356](https://doi.org/10.15578/Segara.V11i2.7356)

- Trialfhianty, T. I., Muharram, F. W., & Giovanni, A. (2017). The Use Of Remote Sensing And Gis Technology In Supporting Ecoregion Management. *Jurnal Segara*, 13(2). <https://doi.org/10.15578/Segara.V13i2.6447>
- Vagelli A. & M. V. Erdmann. 2002. First Comprehensive Survey Of The Banggai Cardinalfish, *Pterapogon Kauderni*. *Environmental Biology Of Fishes*. 63: 1-8.
- Wastoni. (2010). *Kesesuaian Habitat Orangutan (Pongo Pygmaeus) Di Kawasan Konservasi Cakra Estate Pt. Rea Kaltim Plantations*. 93.
- Wudianto, W., Arnaya, I. N., Natsir, M., & Herdiana, D. (2017). Pendugaan Pola Distribusi Spasio-Temporal Target Strength Ikan Pelagis Dengan Metode Akustik Di Perairan Teluk Tomini. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(6), 85. <https://doi.org/10.15578/Jppi.11.6.2005.85-99>
- Yamin, A. Y. N., Manik, H. M., & Pujiyati, S. (2020). Distribution Of Fish Target Strength In Malang Rapat Seawater Of Bintan Island, Kepulauan Riau Province. *Journal Of Applied Geospatial Information*, 4(1), 265–270. <https://doi.org/10.30871/Jagi.V4i1.1861>
- Yen, K. W., Lu, H. J., Chang, Y., & Lee, M. A. (2012). Using Remote-Sensing Data To Detect Habitat Suitability For Yellowfin Tuna In The Western And Central Pacific Ocean. *International Journal Of Remote Sensing*, 33(23), 7507–7522. <https://doi.org/10.1080/01431161.2012.685973>
- Zainuddin, M., & Farhum, A. (2010). Prediksi Daerah Potensial Penangkapan Ikan Cakalang Di Teluk Bone: Sebuah Perspektif Pendekatan Satelit Remote Sensing Dan Sig. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 16(2), 115-123.
- Zajac, Z., Stith, B., Bowling, A. C., Langtimm, C. A., & Swain, E. D. (2015). Evaluation Of Habitat Suitability Index Models By Global Sensitivity And Uncertainty Analyses: A Case Study For Submerged Aquatic Vegetation. *Ecology And Evolution*, 5(13), 2503–2517. <https://doi.org/10.1002/Ece3.1520>
- Zhou, X., Chen, Z., Xiong, P., Cai, Y., Li, J., Zhang, P., Zhang, J., Li, M., & Fan, J. (2022). Exploring The Spatial And Temporal Distribution Of Frigate Tuna (*Auxis Thazard*) Habitat In The South China Sea In Spring And Summer During 2015–2019 Using Fishery And Remote Sensing Data. *Fishes*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/Fishes7050218>