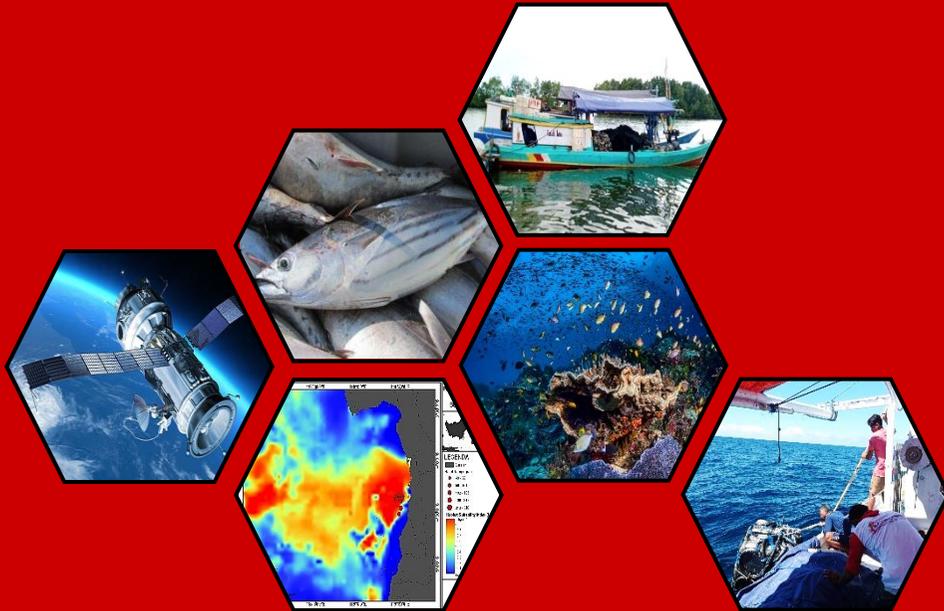


**PREDIKSI HABITAT IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DI
SELAT MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE *MAXIMUM
ENTROPY***



**ANDI MUTMAINNA QALBI
L051201068**



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PREDIKSI HABITAT IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DI
SELAT MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE *MAXIMUM
ENTROPY***

**ANDI MUTMAINNA QALBI
L051201068**



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PREDIKSI HABITAT IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DI
SELAT MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE *MAXIMUM
ENTROPY***

ANDI MUTMAINNA QALBI
L051201068

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

pada

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
PREDIKSI HABITAT IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DI
SELAT MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE MAXIMUM ENTROPY

ANDI MUTMAINNA QALBI
L051 20 1068

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Andi Mutmainna Qalbi pada tanggal 29 Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

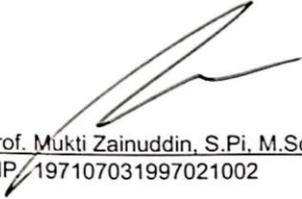
pada

Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan
Departemen Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan :

Pembimbing Utama

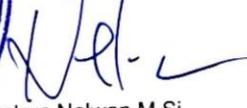
Pembimbing Pendamping


Prof. Mukti Zainuddin, S.Pi, M.Sc., Ph.D.
NIP. 197107031997021002


Prof. Dr. Ir. Musbir, M.Sc.
NIP. 197206171999031003



J Mengetahui :
Ketua Program Studi
Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan


Dr. Ir. Alif Fikri Petrus Nelwan, M.Si
NIP. 196601151995031002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN KELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Prediksi Habitat Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Selat Makassar menggunakan Metode *Maximum Entropy* (Maxent)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Mukti Zainuddin, S.Pi, M.Sc.,Ph.D.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 29 Juli 2024

nyatakan

67860ALX32566747
Ahlul mutmainna Qalbi

PERNYATAAN AUTHORSIP

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Andi Mutmainna Qalbi

Nim : L051201068

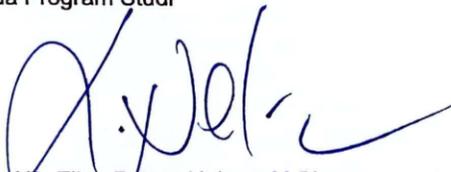
Program Studi : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing atau author dan Universitas Hasanuddin sebagai Instansinya. Apabila dalam waktu sekurang- kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah satu dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian sepanjang nama mahasiswa tetap dicantumkan.

Mengetahui:

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Alfa Filep Petrus Nelwan, M.Si

NIP. 196601151995031002

Makassar, 29 Juli 2024

Penulis



Andi Mutmainna Qalbi

L051201068

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penelitian hingga penyusunan skripsi dengan judul “**Prediksi Habitat Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Selat Makassar Menggunakan Metode *Maximum Entropy***”. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia.

Skripsi ini disusun sebagai syarat memenuhi salah satu kewajiban akademik dan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana di Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Skripsi ini berisi tentang peta prediksi ikan cakalang di perairan selat makassar dengan menggunakan model *maximum entropy*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – April 2024 dengan tujuan sebagai bahan informasi bagi nelayan dalam melihat daerah potensial penangkapan ikan cakalang di Perairan Selat Makassar.

Penulis menyadari dalam penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang telah membantu baik memberikan bimbingan, dukungan serta bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada :

1. **Allah SWT** yang telah memberikan karunia berupa kesehatan dan kesempatan atas Izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi.
2. Kedua Orang Tua tercinta, **Sumardi** dan **Andi Marliah** yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, serta doa yang tiada hentinya. Tanpa dukungan dan pengorbanan mereka, penulis tidak akan mampu menyelesaikan pendidikan hingga tahap ini. Terima kasih atas segala pengertian, cinta dan motivasi yang selalu diberikan kepada penulis.
3. Bapak **Prof. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D** selaku pembimbing utama dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Musbir, M.Sc** selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak **Prof. Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D.** dan Bapak **Dr. Rachmat Hidayat, S.Pi** selaku penguji yang memberikan pengetahuan dan masukan berupa saran dan kritik yang sangat membangun kepada penulis.
5. Bapak/Ibu **Dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Kakak tercinta **Nur Azhari Sumardi** serta Adik- adik tercinta **Sri Ainun Shafiah** dan **Nur Yasira Ramadhani** yang terus memberikan semangat dalam penyelesaian studi.
7. Saudari- saudariku **Nur Afri Ningsih** dan **Nur Indah Adhayani** yang selalu meuangkan waktu untuk memberikan motivasi, bantuan, semangat, dan dukungan selama proses studi dan penyusunan skripsi.
8. Rekan Tim TTC, **Muhammad Fakhruddin Rifaldi** dan **Sahra Amalia** yang senantiasa menemani serta memberikan semangat dan motivasi yang tiada hentinya

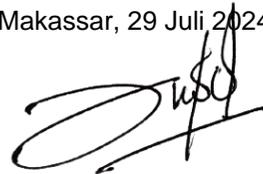
kepada penulis dari proses pengambilan data di lapangan, proses pengolahan data hingga penyusunan skripsi.

9. Keluarga Balabala, **Andi Nur Insani Isnaeni, A. Khaerunnisa Ramlan, Fhakhira Nur Rahmat Ramadhani, Meylinda Ayu Alengka, Nilam Pratiwi, Rahmiyanti, dan Sri Mulyani T.** yang selalu mendukung, membantu, serta kebersamaan yang tak terlupakan selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
10. **Tim SIPT Jaya** yang senantiasa memberikan bantuan, semangat, serta dukungan kepada penulis.
11. **Kakak Alfira Yuniar dan Kakak Siti Khadijah Sriktoviana** yang selalu menghibur dan memberi semangat kepada penulis saat penyusunan skripsi di lab SIPT.
12. Teman-teman **KKNT 110 Balleangin (Gercikang)** yang selalu mendukung, serta kebersamaan yang tak terlupakan selama masa perkuliahan.
13. **Pegawai dan staff** di Departemen Perikanan dan fakultas ilmu kelautan dan perikanan yang bekerja keras dalam menyelesaikan segala bentuk administrasi yang penulis butuhkan selama masa perkuliahan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan guna perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk dan keberkahan dalam setiap langkah kita menuju pengetahuan yang lebih bermakna.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Makassar, 29 Juli 2024



Andi Mutmainna Qalbi

ABSTRAK

ANDI MUTMAINNA QALBI. **Prediksi Habitat Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Selat Makassar Menggunakan Metode Maximum Entropy** (dibimbing oleh Mukti Zainuddin dan Musbir)

Latar Belakang. Perairan Selat Makassar merupakan salah satu bagian dari Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 713 dengan potensi sumberdaya perikanan tinggi dan menempati posisi kedua dalam produksi ikan di Indonesia. Kondisi oseanografi yang dinamis akan menyebabkan variasi temporal dan spasial daerah penangkapan ikan, oleh karena itu pemantauan kondisi oseanografi perlu dilakukan secara berkesinambungan. Teknologi penginderaan jauh melalui satelit merupakan metode yang efektif dan efisien untuk memantau kondisi parameter-parameter oseanografi. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk memetakan habitat ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) menggunakan pemodelan Maxent berbasis data penginderaan jauh dan data sampling lapangan di perairan Selat Makassar. **Metode.** Penelitian ini berlangsung sejak Februari – April 2024. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei dan pengumpulan database berupa data primer diperoleh dengan mengikuti operasi penangkapan ikan menggunakan purse seine untuk mengumpulkan data titik koordinat penangkapan, data hasil tangkapan. Sedangkan data sekunder berupa data citra suhu permukaan laut, klorofil-a, salinitas, produktivitas primer, kecepatan arus, dan tinggi muka laut. Analisis data menggunakan metode deskriptif dengan mengkaji hubungan hasil tangkapan ikan cakalang terhadap parameter oseanografi. Kemudian menggunakan Pemodelan MaxEnt sebagai metode untuk menentukan kesesuaian distribusi habitat ikan cakalang di perairan selat makassar. **Hasil.** kemungkinan tertinggi distribusi spesies ikan cakalang berada pada kisaran Suhu permukaan laut 29,1 – 32°C, Konsentrasi klorofil-a berada pada kisaran 0,15 – 0,60 mg/m³, Salinitas berada pada kisaran 31,0 – 34 psu, Produktivitas primer berada pada kisaran 9,12 – 12,5 g C/m²/bulan, Kecepatan arus berada pada kisaran 0,02 – 1,5 m/s, serta parameter tinggi muka laut berada pada kisaran 0,50 – 0,65 m. **Kesimpulan.** Salinitas merupakan parameter lingkungan yang paling berkontribusi terhadap keberadaan ikan cakalang. Kehadiran ikan cakalang berada pada nilai HSI berkisar antara 0,20 – 0,90 dengan nilai rata-rata HSI sebesar 0,71 sehingga dapat dikatakan akurasi dari model cukup baik.

Kata kunci: Habitat, Cakalang, Maxent, Selat Makassar, Parameter Oseanografi

ABSTRACT

ANDI MUTMAINNA QALBI. **Habitat Prediction of Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in Makassar Strait Waters Using Maximum Entropy Method** (supervised by Mukti Zainuddin and Musbir)

Background. The Makassar Strait waters are part of Fisheries Management Area (WPP) 713 with high potential fishery resources and occupy the second position in fish production in Indonesia. Dynamic oceanographic conditions will cause temporal and spatial variations in fishing areas, therefore monitoring of oceanographic conditions needs to be done continuously. Remote sensing technology through satellites is an effective and efficient method for monitoring the condition of oceanographic parameters. **Aim.** This study aims to map skipjack (*Katsuwonus pelamis*) habitat using Maxent modeling based on remote sensing data and field sampling data in Makassar Strait waters. **Methods.** This research took place from February to April 2024. The method used in this research is survey method and database collection in the form of primary data obtained by following fishing operations using purse seine to collect fishing coordinate point data, catch data. While secondary data in the form of image data of sea surface temperature, chlorophyll-a, salinity, primary productivity, current speed, and sea level. Data analysis uses descriptive methods by examining the relationship of skipjack catches to oceanographic parameters. Then using MaxEnt Modeling as a method to determine the suitability of skipjack habitat distribution in Makassar Strait waters. **Results.** The highest probability of skipjack species distribution is in the range of sea surface temperature 29.1 - 32°C, chlorophyll-a concentration is in the range of 0.15 - 0.60 mg/m³, salinity is in the range of 31.0 - 34 psu, primary productivity is in the range of 9.12 - 12.5 g C/m²/month, current velocity is in the range of 0.02 - 1.5 m/s, and sea level parameter is in the range of 0.50 - 0.65m. **Conclusion.** Salinity is the environmental parameter that most contributes to the presence of skipjack. The presence of skipjack is in the HSI value ranging from 0.20 - 0.90 with an average HSI value of 0.71 so it can be said that the accuracy of the model is quite good.

Keywords: Habitat, Skipjack, Maxent, Makassar Strait, Oceanographic Parameters.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PERNYATAAN AUTHORSIP.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiiiiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
BAB II. METODE PENELITIAN	
2.1. Waktu dan Tempat	3
2.2. Alat dan Bahan	3
2.3. Metode Pengambilan Data.....	4
2.4. Prosedur Pengolahan Data.....	4
2.5. Analisis Data	6
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	
3.1. Aplikasi Sistem Informasi Geografis Terhadap Parameter Oseanografi dan Distribusi Hasil Tangkapan.....	10
3.2. Grafik Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	28
3.3. Model Sebaran Habitat Ikan Cakalang	32
BAB IV. KESIMPULAN.....	
Kesimpulan	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Alat dan Bahan.....	3
2. Koefisien kanal 31 dan 32 untuk Aqua MODIS.....	6
3. Persentase kontribusi setiap variabel.....	36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian.....	3
2. Diagram alir prosedur pengolahan data dan analisis prediksi habitat ikan cakalang di perairan Selat Makassar.....	5
3. Peta sebaran suhu permukaan laut Selat Makassar bulan Maret 2023.....	10
4. Peta sebaran suhu permukaan laut Selat Makassar bulan April 2023.....	11
5. Peta sebaran suhu permukaan laut Selat Makassar bulan Mei 2023.....	11
6. Peta sebaran suhu permukaan laut Selat Makassar bulan Juni 2023.....	12
7. Peta sebaran suhu permukaan laut Selat Makassar bulan Juli 2023.....	12
8. Peta sebaran klorofil-a Selat Makassar bulan Maret 2023.....	13
9. Peta sebaran klorofil-a Selat Makassar bulan April 2023.....	14
10. Peta sebaran klorofil-a Selat Makassar bulan Mei 2023.....	14
11. Peta sebaran klorofil-a Selat Makassar bulan Juni 2023.....	15
12. Peta sebaran klorofil-a Selat Makassar bulan Juli 2023.....	15
13. Peta sebaran salinitas Selat Makassar bulan Maret 2023.....	16
14. Peta sebaran salinitas Selat Makassar bulan April 2023.....	17
15. Peta sebaran salinitas Selat Makassar bulan Mei 2023.....	17
16. Peta sebaran salinitas Selat Makassar bulan Juni 2023.....	18
17. Peta sebaran salinitas Selat Makassar bulan Juli 2023.....	18
18. Peta sebaran produktivitas primer Selat Makassar bulan Maret 2023.....	19
19. Peta sebaran produktivitas primer Selat Makassar bulan April 2023.....	20
20. Peta sebaran produktivitas primer Selat Makassar bulan Mei 2023.....	20
21. Peta sebaran produktivitas primer Selat Makassar bulan Juni 2023.....	21
22. Peta sebaran produktivitas primer Selat Makassar bulan Mei 2023.....	21
23. Peta sebaran kecepatan arus Selat Makassar bulan Maret 2023.....	22
24. Peta sebaran kecepatan arus Selat Makassar bulan April 2023.....	23
25. Peta sebaran kecepatan arus Selat Makassar bulan Mei 2023.....	23
26. Peta sebaran kecepatan arus Selat Makassar bulan Juni 2023.....	24
27. Peta sebaran kecepatan arus Selat Makassar bulan Juli 2023.....	24
28. Peta sebaran tinggi muka laut Selat Makassar bulan Maret 2023.....	25
29. Peta sebaran tinggi muka laut Selat Makassar bulan April 2023.....	26
30. Peta sebaran tinggi muka laut Selat Makassar bulan Mei 2023.....	26
31. Peta sebaran tinggi muka laut Selat Makassar bulan Juni 2023.....	27
32. Peta sebaran tinggi muka laut Selat Makassar bulan Juli 2023.....	27
33. Histogram hubungan hasil tangkapan ikan cakalang dengan suhu permukaan laut.....	28
34. Histogram hubungan hasil tangkapan ikan cakalang dengan klorofil-a.....	29
35. Histogram hubungan hasil tangkapan ikan cakalang dengan salinitas.....	30
36. Histogram hubungan hasil tangkapan ikan cakalang dengan Produktivitas primer.....	30
37. Histogram hubungan hasil tangkapan ikan cakalang dengan kecepatan arus.....	31
38. Histogram hubungan hasil tangkapan ikan cakalang dengan tinggi muka laut.....	32

39. Kurva respon bulanan parameter suhu permukaan laut 2023.....	33
40. Kurva respon bulanan parameter klorofil-a 2023.....	33
41. Kurva respon bulanan parameter salinitas 2023.....	34
42. Kurva respon bulanan parameter produktivitas primer 2023.....	34
43. Kurva respon bulanan parameter kecepatan arus 2023.....	35
44. Kurva respon bulanan Sea surface height 2023.....	35
45. Diagram kontribusi parameter terhadap evaluasi model AUC.....	36
46. Area Under the Curve (AUC) evaluasi model.....	37
47. Peta kesesuaian habitat ikan cakalang di Selat Makassar bulan Maret 2023.....	38
48. Peta kesesuaian habitat ikan cakalang di Selat Makassar bulan April 2023.....	39
49. Peta kesesuaian habitat ikan cakalang di Selat Makassar bulan Mei 2023.....	39
50. Peta kesesuaian habitat ikan cakalang di Selat Makassar bulan Juni 2023.....	40
51. Peta kesesuaian habitat ikan cakalang di Selat Makassar bulan Juli 2023.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data hasil tangkapan ikan cakalang dan parameter oseanografi di perairan Selat Makassar.....	48
2. Dokumentasi kegiatan penelitian.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan Selat Makassar merupakan salah satu bagian dari Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 713 dengan potensi sumberdaya perikanan tinggi dan menempati posisi kedua dalam produksi ikan di Indonesia. Secara geografis perairan Selat Makassar berbatasan dengan Laut Sulawesi di bagian utara dan di bagian selatan berbatasan dengan laut Flores dan laut Jawa, sedangkan di bagian timur berbatasan dengan Pulau Sulawesi dan bagian barat berbatasan dengan Pulau Kalimantan (Inaku, 2015). Selat Makassar adalah perairan yang relatif subur baik saat musim hujan maupun musim kemarau. Hal ini dikarenakan pada musim hujan perairan ini mengalami peningkatan kesuburan yang disebabkan oleh adanya aliran limpasan dari daratan Kalimantan dan Sulawesi akibat curah hujan yang tinggi. Sedangkan, pada musim kemarau terjadi pertemuan massa air dari Samudera Pasifik dengan massa air Laut Jawa dan Flores yang menyebabkan terjadinya Kenaikan massa air (upwelling) di beberapa lokasi di Selat Makassar (Huda *et al.* 2019).

Ikan Pelagis besar adalah kelompok ikan yang berada pada permukaan hingga kolom air dengan ciri khas perenang cepat yang selalu membentuk gerombolan (schooling) dan melakukan migrasi lintas wilayah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sumberdaya ikan pelagis besar seperti cakalang (*Katsuwonus pelamis*) merupakan ikan yang selalu melakukan pergerakan cepat dan selalu berpindah mengikuti perubahan lingkungan perairan. Selain itu, Ikan pelagis besar merupakan sumberdaya ikan ekonomis penting di Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia (WPPI) 713 yang sangat berperan penting dalam perkembangan ekonomi Indonesia (Safruddin *et al.* 2018).

Menurut Gaol & Sadhotomo (2007) distribusi dan kelimpahan sumberdaya hayati dalam perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi dan variasi parameter oseanografi. Beberapa parameter oseanografi yang sangat berpengaruh terhadap distribusi ikan cakalang yaitu suhu permukaan laut, klorofil-a, arus, salinitas, produktivitas primer, dan sebagainya. Adanya perubahan nilai parameter oseanografi dapat menyebabkan perubahan tingkah laku dan adaptasi pada ikan cakalang, dimana setiap jenis ikan memiliki kisaran suhu, salinitas, klorofil, arus, produktivitas primer tertentu dalam beraktivitas terutama dalam melakukan migrasi dan mencari makan (Wangi *et al.* 2019).

Metode analisis untuk pemodelan daerah potensial penangkapan ikan telah banyak dikembangkan, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Susilo dan Wibowo (2016) di Selat Bali dan Siregar *et al.* (2018) di perairan Sumatera Barat melalui pendekatan model *Generalized Additive Model* (GAM). Kajian ini menggunakan model *Maximum Entropy* (MaxEnt). MaxEnt adalah salah satu model yang dapat mengestimasi peluang distribusi spesies dengan menggunakan data kehadiran spesies dan variabel lingkungan yang diduga dapat berpengaruh terhadap keberadaan suatu spesies. Dalam menentukan kesesuaian habitat ikan dilakukan melalui pendekatan berdasarkan prinsip menemukan keterkaitan dan kesesuaian parameter oseanografi dengan keberadaan gerombolan ikan dengan menggunakan model MAXEnt (Alabia *et al.* 2015).

Kondisi oseanografi yang dinamis akan menyebabkan variasi temporal dan spasial daerah penangkapan ikan, oleh karena itu pemantauan kondisi oseanografi perlu dilakukan secara berkesinambungan. Teknologi penginderaan jauh melalui satelit merupakan metode yang efektif dan efisien untuk memantau kondisi parameter-parameter oseanografi. Dalam era perkembangan teknologi informasi yang menglobal saat ini banyak parameter oseanografi dari satelit yang dapat diperoleh dengan mudah untuk pemantauan kondisi oseanografi. Teknologi penginderaan jauh yang dapat memantau data oseanografi. Oleh karena itu, parameter oseanografi yang berpengaruh terhadap keberadaan ikan cakalang di laut yang dihasilkan dari sensor satelit seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, salinitas, produktivitas primer, kecepatan arus, dan tinggi permukaan perlu dikaji lebih mendalam.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan habitat ikan cakalang menggunakan pemodelan Maxent berbasis data penginderaan jauh dan data sampling lapangan di perairan Selat Makassar.

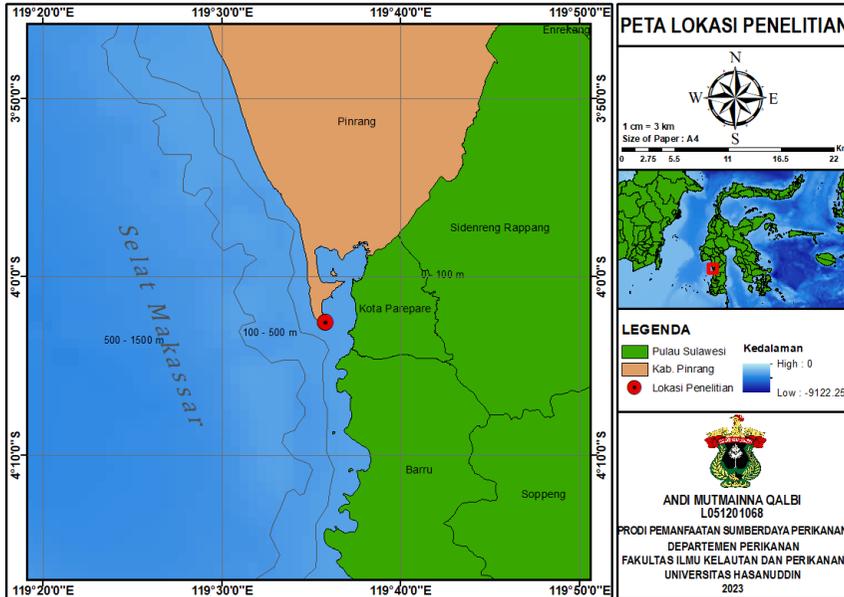
2. Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan untuk melakukan update informasi daerah penangkapan ikan bagi nelayan atau sebagai bahan pembuatan sistem informasi pendugaan daerah penangkapan ikan di selat makassar.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari 2023 - April 2024 bertempat di perairan Selat Makassar (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan (Tabel 1) pada penelitian ini yaitu :

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Kapal <i>Purse seine</i>	Sebagai alat penangkap ikan
2	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Menentukan titik koordinat <i>fishing base</i> dan <i>fishing ground</i>
3	<i>Thermometer</i>	Mengukur suhu permukaan air laut
4	<i>Refractometer</i>	Mengukur salinitas
5	Kamera	Dokumentasi kegiatan dilapangan
6	Alat tulis menulis	Untuk mencatat data
7	<i>Software SEADAS 8.2</i>	Untuk mengekstrak citra parameter oseanografi
8	<i>Software Microsoft Excel</i>	Untuk mengolah data
9	<i>Software ArcGIS 10.8</i>	Untuk visualisasi informasi
10	<i>Software Maxent 3.4.4</i>	Untuk menganalisis data

2.3. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan mengikuti operasi penangkapan ikan menggunakan *purse seine* untuk mengumpulkan data titik koordinat penangkapan, data hasil tangkapan, dan data parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut dan salinitas. Sedangkan data sekunder berupa data citra suhu permukaan laut dan klorofil-a yang diperoleh dari NASA *Ocean Color* serta data kecepatan arus dan salinitas diperoleh dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS) dan data Produktivitas primer diperoleh dari *Vertically Generalized Production Model* (VGPM), serta data tinggi muka laut diperoleh dari AVISO (*the Archiving, Validation, and Interpretation of Satellite Oceanographic data*).

2.3.1. Tahap Persiapan

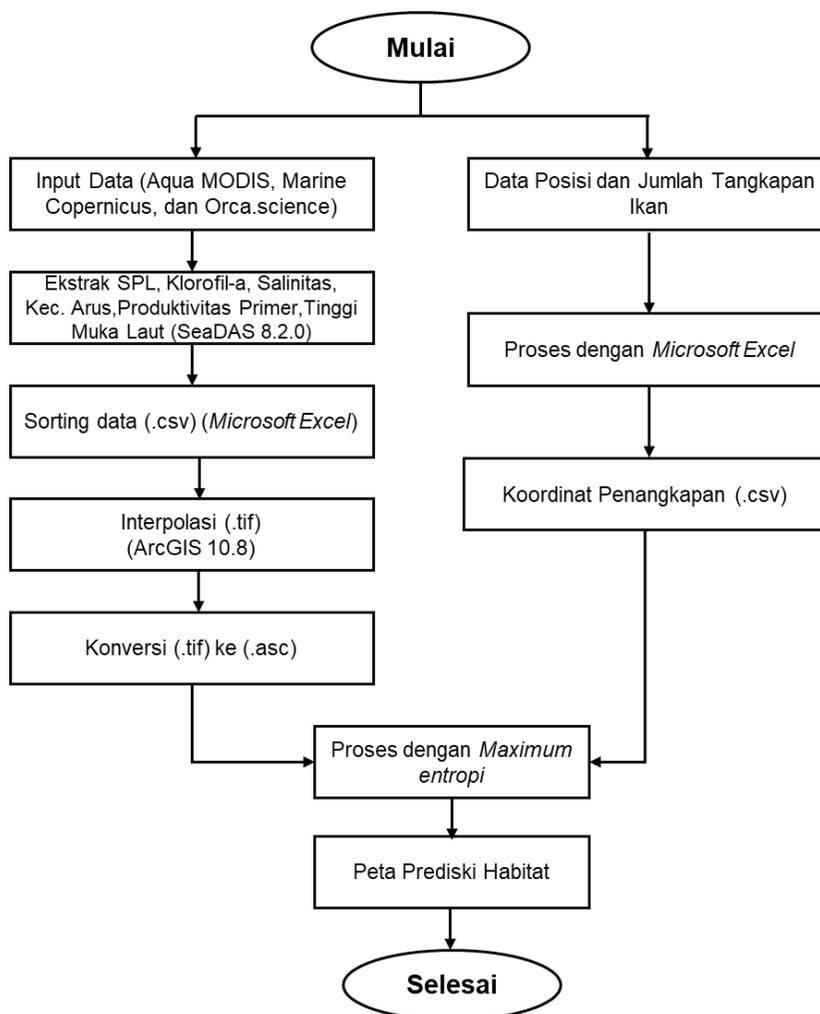
Tahap ini meliputi studi literatur, pencarian data sekunder terkait data parameter oseanografi yang akan diolah, melakukan observasi lapangan dan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam pengambilan data.

2.3.2. Tahap Pengambilan Data

Pengambilan data titik koordinat penangkapan yang menjadi lokasi penangkapan *purse seine*, data yang dikumpulkan berdasarkan titik *hauling* pada saat operasi penangkapan ikan serta pengukuran beberapa parameter oseanografi yaitu suhu permukaan laut, salinitas, dan hasil tangkapan. Penentuan titik koordinat dilakukan dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS), pengukuran suhu permukaan laut menggunakan *Thermometer* dan pengukuran salinitas menggunakan *Refractometer*. Data lapangan selanjutnya dihubungkan dengan data citra satelit dengan mengkorelasikan data lapangan dan data citra satelit.

2.4. Prosedur Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan *cropping* (pemotongan) dan ekstraksi data parameter oseanografi menggunakan *software* SeaDAS. Kemudian data disortir menggunakan *Microsoft excel* dan disimpan dengan file (.csv). Selanjutnya menggunakan *software ArcGIS* untuk melakukan interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk melihat variasi suhu permukaan laut, klorofil-a, kecepatan arus, dan salinitas secara spasial. Proses interpolasi perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai pada area kosong (piksel kosong) yang tidak terekam akibat adanya gangguan awan. Selanjutnya adalah konversi data dari (.tif) menjadi (.asc) untuk dijadikan sebagai variabel lingkungan dan proses pengolahan menggunakan *software Maxent 3.4.4*. Skema diagram alir penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir prosedur pengolahan data dan analisis prediksi habitat ikan cakalang di perairan Selat Makassar

Data penangkapan ikan (titik penangkapan dan jumlah tangkapan ikan) diolah menggunakan *Microsoft Excel* dan disimpan dengan ekstensi (.csv). data ini yang akan dijadikan sebagai variabel *presence* pada pengolahan data menggunakan *software* Maxent 3.4.4. Data penangkapan ikan diolah untuk mendapatkan nilai *Catch Per Unit Effort* (CPUE).

Pengolahan selanjutnya menggunakan *software* Maxent 3.4.4 dengan memasukkan data titik koordinat (.csv) pada kolom *samples* dan memasukkan data parameter lingkungan (.asc) pada kolom *Environmental layers*. Sebagai parameter dalam membaca analisis *ceklis create response curva, make pictures of prediction, dan do jackknife to measure variable importance*, lalu pada menu setting ditentukan *random test percentage* sebesar 25 (25%) sebagai validasi metode *jackknife* dan *maximum iterations* yaitu 500. Setelah itu ditentukan *output directory* pada folder yang sama dan klik Run. Apabila muncul *dialog box error* hal itu dikarenakan oleh titik koordinat yang

berada diluar layer dan selanjutnya klik OK untuk mengabaikan. Luaran utama yang dihasilkan dari operasi program MaxEnt terdiri dari nilai persentase kontribusi masing-masing variabel lingkungan, nilai uji *jackknife*, kurva respon kehadiran ikan cakalang terhadap setiap variabel lingkungan dan peta gradien kesesuaian habitat ikan cakalang.

2.5. Analisis Data

2.5.1. Analisis Konsentrasi Klorofil-a, Sebaran SPL, Salinitas, Kecepatan Arus, dan Produktivitas Primer.

Data satelit yang digunakan diunduh dari laman <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov> dengan ekstensi.nc. data yang digunakan yaitu citra SPL dan Klorofil-a dari citra satelit MODIS level-3 dengan durasi data bulanan dan memiliki resolusi spasial 4 km yang merupakan data yang sudah dilakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Ekstraksi nilai konsentrasi klorofil-a menggunakan *Ocean Chlorophyll 3 band algorithm* MODIS (OC3M). Algoritma OC3M digunakan sebagai standar dalam pengolahan citra satelit Aqua MODIS untuk mendapatkan data klorofil-a perairan secara global. Persamaan algoritma OC3M (O'Reilly *et al.* 1998) adalah sebagai berikut :

$$Ca = 10^{0,283-2,753R+1,457R^2+0,659R^3-1,403R^4}$$

$$R = \log_{10} \left(\frac{Rrs(443)}{Rrs(550)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)} \right)$$

Keterangan :

Ca = konsentrasi klorofil-a (mg/m³)

R = Rasio reflektansi

Rrs = *remote sensing reflectance*

Persamaan algoritma diatas menggunakan rasio maksimum dari reflektansi kanal 443 nm dan 490 nm dengan 550 nm untuk memntukan konsentrasi klorofil-a

Ekstraksi nilai SPL menggunakan algoritma *Miami Pathfinder SST* (MPFSST) (Brown dan Minnet 1999) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Modis_SST} = c_1+c_2*T_{31}+c_3*T_{31-32}+c_4*(\sec(\Theta)-1)*T_{31-32}$$

Keterangan :

T₃₁ = suhu kecerahan dari ban 31

T₃₁₋₃₂ = perbedaan suhu kecerahan (band 32- band 31)

Θ = sudut *zenith* satelit (Θ = 0,001)

c1,c2,c3, dan c4 = nilai koefisien

Tabel 2. Koefisien kanal 31 dan 32 untuk Aqua MODIS

Koefisien	(T ₃₀ -T ₃₁)≤0,7	(T ₃₀ -T ₃₁)≥0,7
C ₁	1,228552	1,692521
C ₂	0,957655	0,955841
C ₃	0,118219	0,087375
C ₄	1,774631	1,199584

Sebaran rata-rata per bulan parameter salinitas dan kecepatan arus didapatkan melalui pengunduhan data dari <https://data.marine.copernicus.eu/products>. data Produktivitas primer didapatkan melalui pengunduhan data dari <http://orca.science.oregonstate.edu/>. Sedangkan data tinggi muka laut diperoleh melalui pengunduhan data dari AVISO (*the Archiving, Validation, and Interpretation of Satellite Oceanographic data*). Data yang telah diunduh dari laman tersebut adalah data bulanan yang memiliki resolusi horizontal 0.083 *degree* atau sekitar 9 km. Data kecepatan arus, salinitas, dan produktivitas primer bulanan yang telah diunduh dengan format .nc di ekstraksi dengan menggunakan *software Seadas* sehingga didapat data dengan format (.txt), selanjutnya dilakukan sorting data pada *Microsoft Excel* dan nilai salinitas dan kecepatan arus kemudian diinterpolasi dan dipetakan dengan menggunakan ArcGIS 10.8.

2.5.2. Analisis Hasil Tangkapan Ikan

Data penangkapan ikan diperoleh adalah posisi penangkapan ikan (lintang dan bujur) dan jumlah hasil tangkapan per hauling. Kemudian data hasil tangkapan tersebut dianalisis dengan data parameter oseanografi (suhu permukaan laut, klorofil-a, salinitas, produktivitas primer, kecepatan arus, dan tinggi muka laut). Selanjutnya hasil analisis tersebut dideskripsikan menggunakan grafik untuk melihat nilai optimum dan menentukan daerah penangkapan ikan. Selain itu hasil tangkapan juga digunakan untuk menentukan kesesuaian habitat ikan cakalang dengan mengembangkan model MaxEnt.

2.5.3. Analisis Model MaxEnt

Pemodelan MaxEnt digunakan sebagai metode untuk menentukan kesesuaian distribusi habitat ikan cakalang di perairan selat Makassar. Model MaxEnt menjelaskan tentang estimasi kepekatannya diwakili oleh sebaran *probability of presence* di atas variabel data lingkungan. Dengan demikian, $P(x | y = 1)$ memberikan nilai non-negatif untuk setiap titik piksel (x) dan jumlah nilai $P(x | y = 1)$ adalah 1. Jika diasumsikan target kelas sebagai y , maka $P(y=1|x)$ adalah *probability of presence*. Menurut Bayes, *probability of presence* adalah sebagai berikut:

$$P(y=1|x) = \frac{P(x | y = 1)P(y=1)}{p(x)} = \pi(x)P(y = 1) |x|$$

Keterangan :

$P(x y=1)$	= Peluang munculnya suatu kejadian
$P(y=1 x)$	= <i>Probability of presence</i> (peluang estimasi)
$P(x)$	= <i>Prior evidence</i> (peluang pembandingan)
$P(y=1)$	= Peluang kejadian sebelumnya

Kuantitas $P(y=1|x)$ adalah probabilitas dimana spesies hadir di titik x dengan kemungkinan antara 0 sampai dengan 1 untuk organisme yang tersebar (Phillips dan Dudik 2008). Selanjutnya dalam distribusi eksponensial menggunakan teorema Gibbs Distributions yang ditentukan oleh vektor bobot fitur, sebagai berikut:

$$q_{\lambda}(x) = \frac{\exp(\sum_{j=1}^n \lambda_j f_j(x))}{Z_{\lambda}}$$

Keterangan:

λ_j = Bobot x pada variabel ke-j

f_j = Nilai x pada variabel ke-j

Z_λ = Jumlah eksponensial vector bobot fitur himpunan x

$q_\lambda(x)$ = Estimasi $P(x|y=1)$

setelah didapatkan estimasi dari $P(x|y=1)$, selanjutnya menghitung entropi dari $q(x)$, dengan rumus sebagai berikut :

$$H(x) = \sum_{x=1}^n q(x) \ln q(x)$$

Selanjutnya, untuk memperoleh distribusi *probability of presence* (peluang estimasi) sebagai berikut:

$$P(y=1|x) = \frac{e^{H q_\lambda(x)}}{1 + e^{H q_\lambda(x)}}$$

Dimana q_λ adalah estimasi $P(y=1|x)$ dan H adalah entropy dari q_λ (Phillips dan Dudik 2008).

2.5.3.1. Evaluasi Model

Dalam program MaxEnt, evaluasi model dibutuhkan untuk menguji akurasi dari kinerja model. Metode untuk evaluasi model berupa *Receiver operating characteristic* (ROC), metode ini berdasarkan spesifitas (seberapa baik model memprediksi ketidakhadiran) dan sensitivitas (seberapa baik model memprediksi tidakhadiran) yang akan ditampilkan dalam grafik *Area Under the Curve* (AUC). Grafik AUC adalah pendekatan peringkat untuk menilai kinerja model dengan menentukan peluang lokasi keberadaan (*presence*) memiliki peringkat yang tinggi dibandingkan dengan lokasi dengan latar belakang secara acak (Baldwin 2009). Sebanyak 75% dari total data kehadiran dimasukkan sebagai sampel dalam pembuatan model dan 25% dari total data digunakan untuk validasi model. Performa model dikategorikan baik ketika nilai AUC mendekati nilai 1 dan kurang baik jika mendekati 0. Standar minimum akurasi dan kinerja model yang dapat diterima yaitu ketika nilai *Random Prediction* (AUC = 0,5). Nilai yang tinggi pada *training* data dan *test* data menunjukkan prediksi yang presisi, namun jika nilai AUC *training* dan *test* data berada di bawah 0,5 maka kemungkinan data yang digunakan terlalu banyak serta kebanyakan data tidak menunjukkan preferensi tertentu (Elith *et al.* 2011).

2.5.3.2. Kontribusi Variabel Lingkungan

Tingkat kontribusi variabel terhadap model kesesuaian habitat dapat mengindikasikan seberapa penting suatu variabel lingkungan bagi kehadiran spesies di suatu lokasi. Parameter ini ditentukan dengan mempertimbangkan hasil uji *jackknife* untuk AUC yang dihitung dalam operasi MaxEnt. Uji *jackknife* digunakan untuk melihat sejauh mana kemampuan dari masing-masing variabel lingkungan berkontribusi terhadap model itu sendiri dan seberapa baik model bekerja jika dihilangkan salah satu variabel lingkungan dalam analisis tersebut (Friedlaender *et al.* 2011).

2.5.3.3. Kurva Respon

Kurva respon yang dihasilkan analisis program MaxEnt menunjukkan keeratan antara parameter dengan indeks peluang optimum ikan cakalang. Kurva respon menunjukkan hubungan kuantitatif antara variabel lingkungan dengan peluang kehadiran spesies atau kesesuaian habitat (Yiu, 2016). Sumbu x menjelaskan nilai indeks peluang kehadiran, nilai indeks peluang yang mendekati nilai 1 menyatakan nilai indeks yang baik serta adanya hubungan dengan sumbu y yang menjelaskan tentang optimalisasi nilai parameter terhadap peluang kemunculan ikan cakalang.

2.5.3.4. Peta Kesesuaian Habitat

Model Maxent digunakan untuk menentukan habitat ikan cakalang di perairan selat makassar. Peluang kehadiran ikan cakalang dapat dilihat dari nilai *Habitat Suitability Indeks* (HSI) yang mendekati 1. Syah (2016) menyatakan bahwa peta kesesuaian habitat dari hasil MaxEnt menunjukkan keeratan tinggi apabila warna peta yang tersebar mendekati nilai indeks 1 dan keeratan rendah ketika mendekati nilai indeks 0.