

Penentuan Ukuran Kail Optimal Berbasis Karakteristik Ikan Laut Menggunakan Metode AHP-SAW: Studi Kasus di Perairan Sekitar Kota Manado

¹⁾Sanriomi Sintaro, ²⁾Frangky Jessy Paat dan ^{3,*)} Luther Alexander Latumakulita

^{1,3)} Sistem Informasi, Universitas Sam Ratulangi, Jalan Kampus UNSRAT, Manado, Indonesia

²⁾Department of Agrotechnology, Bioengineering, Faculty of Agriculture, Sam Ratulangi University-Manado, Indonesia

Abstrak — Keberhasilan kegiatan penangkapan ikan dengan metode pancing sangat dipengaruhi oleh pemilihan ukuran dan jenis kail yang sesuai. Setiap spesies ikan memiliki karakteristik biologis yang berbeda, seperti berat tubuh dan ukuran mulut, yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan kail agar aktivitas penangkapan menjadi lebih efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pengambilan keputusan yang sistematis dalam pemilihan ukuran kail optimal untuk berbagai spesies ikan. Metode yang digunakan adalah kombinasi Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan bobot kriteria dan Simple Additive Weighting (SAW) untuk meranking alternatif ukuran kail berdasarkan kriteria tersebut. Empat kriteria utama yang dipertimbangkan meliputi kesesuaian ukuran mulut ikan, kapasitas berat maksimum kail, kekuatan bahan kail, dan ketersediaan kail di pasaran. Proses SAW dilakukan secara spesifik untuk setiap spesies ikan, dengan mempertimbangkan karakteristik biologis masing-masing ikan sebagai tahap penyaringan awal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran kail optimal sangat bervariasi tergantung pada spesies ikan target. Ikan berukuran besar seperti Tuna direkomendasikan menggunakan ukuran kail besar (9/0 dengan skor tertinggi sebesar 1.0000), sementara ikan kecil seperti Roa dan Baronang lebih sesuai dengan ukuran kail kecil (2 atau 3). Model AHP-SAW yang dibangun terbukti efektif dalam memberikan rekomendasi ukuran kail yang lebih objektif, sistematis, dan aplikatif. Temuan ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan praktik penangkapan ikan di lapangan. Sebagai langkah tindak lanjut, validasi lapangan bersama komunitas nelayan direncanakan untuk menguji efektivitas model ini di praktik penangkapan nyata. Selain itu, pengembangan sistem rekomendasi otomatis berbasis aplikasi diharapkan dapat meningkatkan penerapan model ini secara praktis di kalangan pelaku perikanan.

Kata Kunci: AHP; SAW; pemilihan ukuran kail; perikanan tangkap; rekomendasi alat tangkap.

Abstract — The success of fishing activities using hook-and-line methods is greatly influenced by selecting the appropriate hook size and type. Each fish species has distinct biological characteristics, such as body weight and mouth size, which must be considered when choosing hooks to ensure efficient and sustainable fishing practices. This study aims to develop a systematic decision-making model for determining the optimal hook size for various fish species. The methodology integrates the Analytic Hierarchy Process (AHP) to determine the weight of criteria and the Simple Additive Weighting (SAW) method to rank alternative hook sizes based on these criteria. Four main criteria were considered: suitability with fish mouth size, maximum load capacity of the hook, hook material strength, and market availability of hooks. The SAW process was conducted separately for each fish species, incorporating biological characteristics as an initial filtering stage. The results reveal that optimal hook sizes vary significantly depending on the target fish species. Large fish such as tuna are recommended to use larger hooks (e.g., size 9/0, with the highest score of 1.0000), whereas smaller fish such as Roa and Baronang are better suited for smaller hook sizes (e.g., size 2 or 3). The combined AHP-SAW model has proven effective in providing more objective, systematic, and practical recommendations for hook selection. These findings are expected to contribute to improving the efficiency and sustainability of fishing practices in the field. Future work will involve conducting field validation in collaboration with local fishing communities to evaluate the practical effectiveness of the proposed model. Furthermore, the development of an automated recommendation system in the form of a mobile application is anticipated to facilitate the practical implementation of this model by fisheries practitioners.

Keywords: AHP; SAW; hook size selection; capture fisheries; fishing gear recommendation

* Corresponding author :

Luther Alexander Latumakulita

Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia

latumakulita@unsrat.ac.id

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki kekayaan sumber daya perikanan yang sangat melimpah, baik di wilayah perairan pesisir maupun laut dalam[1]. Salah satu kegiatan penangkapan ikan yang masih banyak digunakan oleh masyarakat nelayan adalah metode pancing. Teknik ini dikenal sebagai alat tangkap yang bersifat pasif, ramah lingkungan, dan memiliki tingkat selektivitas tinggi[2]. Namun, keberhasilan metode pancing sangat bergantung pada berbagai faktor teknis, salah satunya adalah pemilihan ukuran dan jenis kail yang digunakan[3].

Sebagai salah satu daerah pesisir utama di Sulawesi Utara, Kota Manado memiliki wilayah perairan yang kaya akan sumber daya perikanan laut[4]. Berbagai jenis ikan pelagis dan demersal banyak ditemukan di perairan sekitar Manado, mulai dari kawasan pesisir hingga perairan laut lepas. Potensi ini menjadikan sektor perikanan tangkap sebagai salah satu penopang penting bagi perekonomian masyarakat setempat, khususnya bagi komunitas nelayan tradisional maupun skala kecil[5].

Komposisi spesies ikan target yang sangat beragam di perairan sekitar Manado di antaranya Tuna (*Thunnus albacares*), Cakalang (*Katsuwonus pelamis*), Marlin (*Makaira spp.*), Deho (tongkol kecil), Bobara (*Caranx spp.*), Kerapu (*Epinephelus spp.*), Kakap Merah (*Lutjanus campechanus*), Baronang (*Siganus spp.*), Roa (*Decapterus spp.*), dan Samge[6]. Setiap spesies tersebut memiliki karakteristik biologis yang berbeda, baik dari segi ukuran tubuh, lebar mulut, maupun perilaku makan. Oleh karena itu, pemilihan ukuran kail yang sesuai menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efektivitas penangkapan di wilayah ini[7].

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan model penentuan ukuran kail yang optimal untuk spesies-spesies ikan laut di perairan sekitar Kota Manado. Untuk mendukung pengambilan keputusan yang kompleks dan melibatkan berbagai kriteria, digunakan pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) yang dikombinasikan dengan metode Simple Additive Weighting (SAW). Pendekatan AHP-SAW dipilih karena mampu mengakomodasi aspek subjektif dan objektif dalam proses pengambilan keputusan multikriteria. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi metode ini efektif dalam menyelesaikan permasalahan serupa di bidang perikanan, pertanian, dan manajemen sumber daya alam, terutama dalam konteks penentuan prioritas berbasis kriteria teknis dan lingkungan [8], [9]. Diharapkan, model yang dihasilkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan efisiensi dan keberlanjutan perikanan di daerah ini.

Setiap spesies ikan memiliki karakteristik biologis yang berbeda, seperti berat tubuh, ukuran mulut, dan habitat hidup. Jika alat tangkap tidak disesuaikan dengan karakteristik tersebut, maka dapat menurunkan efektivitas penangkapan atau bahkan menyebabkan kerusakan pada ikan hasil tangkapan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan kajian ilmiah terhadap kecocokan antara spesifikasi kail dengan spesies ikan target agar aktivitas penangkapan menjadi lebih efisien dan berkelanjutan.

Penelitian terdahulu oleh Mananohas et al. (2019) menunjukkan bahwa jenis umpan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil tangkapan pada pancing dasar, sementara waktu pengoperasian tidak terlalu berpengaruh nyata terhadap hasil [10]. Penelitian ini menekankan pentingnya komponen teknis dalam operasi penangkapan. Di sisi lain, Kaligis (2020) mengidentifikasi berbagai spesies ikan laut dalam di Teluk Manado, seperti *Thyrsites atun* dan *Brama australis*, yang memiliki morfologi berbeda terutama dalam bentuk dan ukuran mulut, yang dapat menjadi dasar dalam penentuan ukuran kail yang sesuai[11].

Penelitian lebih lanjut oleh Nasution (2025) mengungkapkan bahwa pengaturan kedalaman pancing berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan *Thunnus albacares*[12], sementara Rahmawati et al. (2024) meneliti pengaruh ukuran mata kail terhadap kualitas ikan hasil tangkapan. Penelitian-penelitian ini semakin menguatkan pentingnya analisis teknis yang tepat dalam penggunaan alat tangkap berbasis kail[13].

Urgensi dari penelitian ini terletak pada minimnya studi yang secara khusus mengkaji pemilihan ukuran dan jenis kail berdasarkan pendekatan ilmiah dan berbasis data karakteristik ikan. Praktik pemilihan kail yang selama ini dilakukan oleh nelayan masih sangat bergantung pada pengalaman, tanpa pertimbangan sistematis yang mempertimbangkan variabel-variabel kritis seperti berat ikan, lebar mulut, dan jenis habitat. Hal ini tidak hanya berpengaruh pada hasil tangkapan, tetapi juga terhadap selektivitas dan keberlanjutan sumber daya perikanan.

Dalam upaya menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan bobot kepentingan dari masing-masing kriteria, serta metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk meranking alternatif ukuran kail berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan[14]. Sebagai studi kasus, penelitian ini difokuskan pada spesies ikan yang umum ditangkap di perairan sekitar Kota Manado dan sekitarnya, sehingga hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan kontribusi langsung bagi praktik penangkapan ikan di daerah tersebut. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat memberikan hasil analisis yang lebih objektif dan dapat diaplikasikan secara praktis oleh para pelaku perikanan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian dalam menentukan ukuran kail yang optimal berdasarkan karakteristik ikan laut, diperlukan pendekatan yang mampu menangani berbagai kriteria yang saling terkait dan memiliki bobot kepentingan berbeda. Oleh karena itu, digunakan metode pengambilan keputusan multi-kriteria (Multi-Criteria Decision Making/MCDM) yang secara luas diakui mampu memberikan solusi sistematis terhadap masalah yang kompleks dan berstruktur. Dalam konteks ini, kombinasi metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Simple Additive Weighting (SAW) dipilih karena dapat mengintegrasikan pertimbangan subjektif (melalui AHP) dan evaluasi objektif (melalui SAW) secara efektif.

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif berbasis metode pengambilan keputusan multi-kriteria (Multi Criteria Decision Making / MCDM). Kombinasi metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Simple Additive Weighting (SAW) digunakan untuk menghasilkan keputusan yang optimal dan terstruktur. Pendekatan kombinasi AHP-SAW ini mengikuti model yang menyesuaikan dengan penelitian Prabowo (2025)[15].

2.1.1 Alur Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan data karakteristik ikan dan kail
2. Penyusunan hirarki keputusan dan perbandingan kriteria
3. Perhitungan bobot kriteria menggunakan AHP
4. Penyaringan alternatif ukuran kail per spesies ikan berdasarkan karakteristik biologis (berat & lebar mulut)
5. Penyusunan dan normalisasi matriks keputusan SAW per spesies ikan
6. Perhitungan nilai akhir dan pemeringkatan alternatif per spesies ikan
7. Penyusunan rekomendasi ukuran dan jenis kail yang optimal untuk setiap spesies ikan target

2.2. Data Penelitian

2.2.1 Data Ketersediaan Kail di Pasaran

Untuk memastikan bahwa alternatif ukuran kail yang dianalisis dalam penelitian ini mencerminkan kondisi riil di lapangan, dilakukan inventarisasi terhadap jenis dan ukuran kail yang tersedia di pasar domestik. Data ini diperoleh melalui observasi lapangan di toko-toko alat pancing di Kota Manado serta dokumentasi katalog produk dari berbagai merek yang umum digunakan oleh nelayan. Informasi ini

digunakan sebagai dasar dalam pemilihan alternatif ukuran kail yang akan diproses lebih lanjut dalam analisis AHP-SAW. Daftar ukuran dan tipe kail yang tersedia di pasaran Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kail dipasaran

No	Ukuran Kail	Tipe Pasaran Umum di Indonesia
1	9/0	Owner Offshore, Mustad Giant Trevally Hook
2	8/0	Mustad Big Game, Daiwa Ocean Hook
3	7/0	Owner Offshore Hook, Mustad Tuna Circle
4	6/0	Daiwa Strong Hook, Mustad Saltwater
5	5/0	Mustad Ultra Point, Daiwa Seabass Hook
6	4/0	Owner Circle Hook, Mustad Big Gun
7	3/0	Owner SSW Hook, Mustad Tarpon
8	2/0	Mustad Demon Circle, Relix
9	1/0	Daiwa Hook 1/0, Mustad Beak
10	1	Mustad 1 Size J Hook, Relix Premium
11	2	Owner Cutting Point, Mustad Classic
12	3	Mustad Freshwater, Relix Standard
13	4	Relix, Okuma, Mustad Standard
14	5	Kail lokal umum (non-merek), Mustad biasa
15	6	Kail lokal pasar tradisional, harga murah
16	7	Kail lokal umum, sangat mudah ditemukan
17	8	Kail lokal anak-anak/pemula, banyak di toko kecil

Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat bahwa ukuran kail yang beredar di pasar Indonesia cukup beragam, mulai dari ukuran sangat besar (9/0) hingga ukuran kecil (8). Berbagai tipe dan merek tersedia, baik produk dari merek internasional seperti Owner, Mustad, dan Daiwa, maupun produk lokal yang lebih sederhana. Variasi ini memberikan fleksibilitas bagi nelayan dalam memilih ukuran kail sesuai dengan kebutuhan dan target spesies ikan. Namun, ketersediaan di pasaran menjadi salah satu kriteria yang diperhitungkan dalam pemilihan ukuran kail, agar rekomendasi yang dihasilkan tetap realistis dan mudah diimplementasikan oleh pelaku perikanan.

2.2.2 Data Karakteristik Kail

Selain ketersediaan di pasaran, setiap ukuran kail memiliki karakteristik teknis yang berbeda, seperti kekuatan bahan, kapasitas berat maksimum, dan rentang ukuran mulut ikan yang sesuai. Data karakteristik ini sangat penting dalam proses penyaringan awal alternatif serta dalam penyusunan matriks keputusan SAW. Data diperoleh dari literatur teknis, spesifikasi produk, serta hasil survei pasar yang dilakukan. Rangkuman karakteristik teknis untuk setiap ukuran kail ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kail dipasaran

No	Ukuran Kail	Ukuran Relatif	Kekuatan Bahan	Kapasitas Berat Maksimum (kg)	Cocok untuk Mulut Ikan (cm)
1	9/0	1	Kuat	100	10–15
2	8/0	2	Kuat	90	10–14
3	7/0	3	Kuat	80	9–13
4	6/0	4	Kuat	70	9–12
5	5/0	5	Kuat	60	8–11
6	4/0	6	Kuat	50	7–10

No	Ukuran Kail	Ukuran Relatif	Kekuatan Bahan	Kapasitas Berat Maksimum (kg)	Cocok untuk Mulut Ikan (cm)
7	3/0	7	Kuat	40	7–9
8	2/0	8	Sedang	30	6–8
9	1/0	9	Sedang	20	6–7
10	1	10	Sedang	15	5–6
11	2	11	Sedang	12	4.5–5.5
12	3	12	Sedang	10	4–5
13	4	13	Sedang	8	3.5–4.5
14	5	14	Lemah	6	3–4
15	6	15	Lemah	5	2.5–3.5
16	7	16	Lemah	3	2–3
17	8	17	Lemah	2	1.5–2.5

Tabel 2 menyajikan karakteristik teknis dari setiap ukuran kail, meliputi ukuran relatif, kekuatan bahan, kapasitas berat maksimum, serta rentang kecocokan ukuran mulut ikan. Terlihat bahwa semakin besar ukuran kail, semakin tinggi pula kapasitas berat maksimum dan rentang kecocokan ukuran mulut ikan yang dapat ditangani. Sebaliknya, ukuran kail kecil umumnya memiliki kapasitas berat dan kekuatan bahan yang lebih rendah. Informasi ini menjadi komponen kunci dalam proses penyaringan alternatif dan perhitungan SAW, karena memastikan bahwa ukuran kail yang dipilih mampu menangani berat ikan target dan sesuai dengan morfologi mulut ikan.

2.2.3 Data Karakteristik Ikan

Data karakteristik ikan dalam penelitian ini difokuskan pada spesies-spesies yang umum ditemukan dan menjadi target penangkapan di perairan sekitar Kota Manado, meliputi ikan pelagis besar (Tuna, Cakalang, Marlin), ikan pelagis kecil (Deho, Roa), serta ikan demersal dan karang (Kerapu, Kakap Merah, Baronang, Samge, Bobara). Pemilihan spesies ini dilakukan berdasarkan data hasil observasi lapangan dan literatur yang relevan mengenai perikanan di perairan sekitar Kota Manado, berdasarkan observasi lapangan dan referensi literatur terkait perikanan di Sulawesi Utara [11], [16], [17]. Rangkuman data karakteristik ikan target disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data kail dipasaran

No	Nama Ikan	Berat (kg)	Lebar Mulut (cm)	Lokasi	Ciri
1	Cakalang	6	7	Permukaan laut terbuka	Kuat melawan, bergerak cepat
2	Tuna	20	10	Laut lepas, perairan dalam	Sangat cepat, berenang jauh
3	Kerapu	4	5	Terumbu karang	Pemakan dasar, gerakan lambat
4	Kakap Merah	5	6	Karang dan perairan dangkal	Agresif saat dipancing
5	Baronang	1.5	3	Perairan dangkal, padang lamun	Hati-hati, pemakan tumbuhan
6	Marlin	80	15	Laut lepas	Sangat kuat, melompat tinggi
7	Roa	0.2	1.5	Perairan dangkal dekat pantai	Kecil, berenang berkelompok
8	Samge	2	4	Perairan laut dalam	Tubuh pipih, habitat laut dalam

No	Nama Ikan	Berat (kg)	Lebar Mulut (cm)	Lokasi	Ciri
9	Deho (Tongkol Kecil)	2.5	5	Perairan pelagis	Cepat, suka bergerombol
10	Bobara (Trevally)	6	7	Karang dan laut terbuka	Kuat, sangat gesit

Tabel 3 menggambarkan karakteristik biologis dari sepuluh spesies ikan yang menjadi target penelitian ini. Data meliputi berat tubuh, lebar mulut, habitat, serta ciri perilaku masing-masing ikan. Dari tabel ini dapat diamati adanya variasi yang signifikan antara ikan pelagis besar seperti Tuna dan Marlin yang memiliki ukuran tubuh dan mulut sangat besar, dengan ikan kecil seperti Roa dan Baronang yang berukuran jauh lebih kecil. Perbedaan ini menjadi dasar dalam proses pemilihan ukuran kail, karena ukuran mulut ikan menentukan ukuran kail yang secara fisik dapat digunakan, sementara berat tubuh berkaitan dengan kekuatan kail yang dibutuhkan. Data ini menjadi input utama dalam proses penyaringan dan penilaian alternatif ukuran kail pada tahap SAW.

2.3. Identifikasi Kriteria dan Alternatif

Pemilihan kriteria dan alternatif didasarkan pada telaah literatur serta konsultasi dengan pakar di bidang perikanan tangkap. Dengan Alternatif terdiri dari 17 ukuran kail yang relevan. Kriteria utama kemudian diberikan kode dan disesuaikan dengan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kode dari Kriteria

Kode	Kriteria
K1	Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan
K2	Kapasitas Berat Maksimum Kail
K3	Kekuatan Bahan Kail
K4	Ketersediaan Kail di Pasaran

Namun, untuk memastikan hasil analisis benar-benar sesuai dengan kebutuhan lapangan, pemilihan alternatif akan mempertimbangkan kecocokan biologis awal. Hanya ukuran kail yang memenuhi persyaratan dasar, yaitu rentang ukuran mulut ikan dan kapasitas berat kail yang sesuai dengan berat ikan target. Hal tersebut nantinya akan dipertimbangkan dalam proses perhitungan SAW. Dengan demikian, hasil rekomendasi yang dihasilkan akan relevan dan layak diterapkan secara praktis untuk setiap spesies ikan target.

2.4. Bobot Kriteria dengan AHP

Untuk menentukan tingkat kepentingan relatif antar kriteria, penelitian ini menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) [20]. AHP merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang populer, dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, yang mampu membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Keunggulan AHP adalah kemampuannya mengolah penilaian subjektif menjadi bobot numerik yang objektif melalui proses perbandingan berpasangan [18], [19].

Pada penelitian ini, proses AHP dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

2.4.1 Penyusunan Matriks Perbandingan Berpasangan

Langkah awal adalah menyusun matriks perbandingan berpasangan untuk menilai tingkat kepentingan relatif antar kriteria. Setiap kriteria dibandingkan satu per satu menggunakan skala Saaty (1–9) sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Skala Saaty

Nilai	Makna
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Lebih penting
7	Jelas lebih penting
9	Mutlak lebih penting

Dengan melihat pada Tabel 5, menjelaskan bahwa penyusunan skala tersebut memungkinkan para pengambil keputusan memberikan penilaian secara kualitatif yang kemudian dikonversi menjadi data kuantitatif. Penyusunan Matriks perbandingan berpasangan disusun dengan matriks (1):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Keterangan:

a_{ij} adalah tingkat kepentingan kriteria i dibandingkan kriteria j.

n adalah jumlah kriteria.

2.4.2 Perhitungan Bobot Prioritas

Setelah matriks perbandingan selesai disusun, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi untuk memastikan bobot yang diperoleh berada dalam rentang proporsional dan konsisten. Normalisasi dilakukan pada setiap kolom matriks, dimana setiap elemen dibagi dengan jumlah kolom (2).

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

Keterangan:

n_{ij} =elemen hasil normalisasi.

a_{ij} = elemen matriks perbandingan awal.

n = jumlah kriteria.

Kemudian, untuk memperoleh **bobot prioritas** masing-masing kriteria, dilakukan perhitungan rata-rata tiap baris dari matriks normalisasi. Rata-rata baris dari setiap bobot kriteria dilakukan dengan menggunakan rumus (3).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n n_{ij}}{n} \quad (3)$$

Keterangan

w_i = bobot prioritas untuk kriteria ke-iii.

n_{ij} = elemen hasil normalisasi.

n = jumlah kriteria.

2.4.3 Uji Konsistensi

AHP mensyaratkan uji konsistensi agar hasil perbandingan dinyatakan layak yang menjadikannya sebagai salah satu keunggulan dari AHP. untuk memastikan bahwa penilaian perbandingan berpasangan

yang dilakukan tidak bersifat inkonsisten. Apabila tingkat inkonsistensi terlalu tinggi, maka bobot yang dihasilkan tidak dapat diandalkan. Tingkat konsistensi diukur menggunakan *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR), yang dihitung dengan rumus (4) untuk CI dan (5) untuk CR.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

Keterangan:

CI = Consistency Index.

λ_{max} = nilai eigen maksimum dari matriks A.

n = jumlah kriteria.

CR = Consistency Ratio.

CI = Consistency Index.

RI = Random Index (nilai acak standar sesuai jumlah kriteria).

Sebagai acuan, apabila $CR < 0.1$, maka konsistensi perbandingan dianggap dapat diterima, dan bobot prioritas yang diperoleh dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan selanjutnya. Setelah diperoleh bobot kriteria yang valid, proses berikutnya adalah melakukan penyusunan peringkat alternatif menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW).

2.5. Peringkat Alternatif Menggunakan SAW

Metode Simple Additive Weighting (SAW) dipilih sebagai metode pemeringkatan alternatif karena kesederhanaannya dan kemampuannya untuk mengintegrasikan bobot kriteria yang diperoleh dari AHP. SAW menghitung skor total untuk masing-masing alternatif berdasarkan hasil normalisasi dan bobot kriteria, sehingga menghasilkan peringkat akhir yang objektif.

Dalam penelitian ini, proses SAW dilakukan secara spesifik untuk setiap spesies ikan yang menjadi target analisis. Hal ini bertujuan agar hasil pemeringkatan ukuran kail benar-benar sesuai dengan kebutuhan biologis masing-masing ikan. Sebelum dilakukan perhitungan SAW, dilakukan tahap penyaringan awal untuk setiap spesies ikan, di mana hanya ukuran kail yang memenuhi persyaratan dasar kesesuaian ukuran mulut ikan dan kapasitas berat kail yang dimasukkan ke dalam matriks keputusan. Dengan pendekatan ini, hasil akhir perhitungan SAW akan memberikan rekomendasi ukuran kail yang optimal per spesies ikan, sehingga lebih aplikatif bagi praktik penangkapan di lapangan.

Langkah pelaksanaan SAW dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap berikut.

2.5.1 Penyusunan Matriks Keputusan

Langkah pertama adalah menyusun matriks keputusan, yang berisi skor kinerja masing-masing alternatif terhadap setiap kriteria. Matriks ini dirumuskan sebagai berikut (6):

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Keterangan:

x_{ij} = nilai kinerja alternatif ke-i terhadap kriteria ke-j.

n = jumlah alternatif.

m = jumlah kriteria.

2.5.2 Normalisasi Matriks Keputusan

Agar skor antar kriteria dapat diperbandingkan, dilakukan proses normalisasi pada matriks keputusan. Untuk kriteria benefit (semakin besar semakin baik) dapat dilihat pada rumus (7) dan Untuk kriteria cost (semakin kecil semakin baik) (jika ada) dapat dilihat pada rumus (8).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_j)} \quad (7)$$

$$r_{ij} = \frac{\min(x_j)}{x_{ij}} \quad (8)$$

Keterangan:

r_{ij} = nilai normalisasi alternatif ke-iii terhadap kriteria ke- j .

x_{ij} = nilai kinerja awal.

$\max(x_j)$ = nilai maksimum pada kriteria ke- j .

$\min(x_j)$ = nilai minimum pada kriteria ke- j .

2.5.3 Perhitungan Nilai Akhir

Setelah matriks keputusan dinormalisasi, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai akhir untuk masing-masing alternatif. Skor total alternatif dapat dilihat pada rumus (9).

$$V_i = \sum_{j=1}^m w_j \cdot r_{ij} \quad (9)$$

Keterangan:

w_j = bobot kriteria hasil AHP.

V_i = nilai akhir alternatif ke-i.

r_{ij} = nilai normalisasi

2.5.4 Penentuan Peringkat

Alternatif kemudian akan disurur dengan urutan tertinggi ke terendah, dimana dengan V_i tertinggi nantinya akan dipilih sebagai ukuran kail yang paling sesuai untuk spesies ikan tertentu.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penentuan Bobot Kriteria dengan AHP

Penentuan bobot kriteria merupakan tahap awal yang krusial dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria. Pada penelitian ini, metode Analytic Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu: kesesuaian ukuran mulut ikan, kapasitas berat maksimum kail, kekuatan bahan kail, dan ketersediaan kail di pasaran.

3.1.1 Langkah 1 - Matriks Perbandingan Berpasangan

AHP memungkinkan penilaian kualitatif antar kriteria untuk dikonversi menjadi bobot numerik yang dapat digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Proses perhitungan dimulai dengan penyusunan matriks perbandingan berpasangan, di mana setiap kriteria dibandingkan satu per satu terhadap kriteria lain berdasarkan tingkat kepentingannya. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala Saaty (1–9), sebagaimana telah dijelaskan pada Bagian 2 Metodologi Penelitian.

Tabel 6 menyajikan matriks perbandingan berpasangan yang digunakan dalam penelitian ini. Nilai pada tabel mencerminkan tingkat preferensi satu kriteria terhadap kriteria lain, dengan memperhatikan karakteristik teknis yang dibutuhkan dalam pemilihan ukuran dan jenis kail yang optimal.

Tabel 6. Matriks Perbandingan berpasangan

Kriteria	K1 (Kesesuaian Ukuran Mulut)	K2 (Kapasitas Berat)	K3 (Kekuatan Bahan)	K4 (Ketersediaan)
K1	1	3	5	7
K2	1/3	1	3	5
K3	1/5	1/3	1	3
K4	1/7	1/5	1/3	1

Berdasarkan Tabel 6, K1 lebih penting 3x dari K2, K1 lebih penting 5x dari K3, K1 lebih penting 7x dari K4 dst. Dapat dilihat bahwa kriteria *kesesuaian ukuran mulut ikan* dinilai sebagai kriteria yang paling dominan, dengan skor preferensi yang relatif tinggi dibandingkan kriteria lainnya. Hal ini dikarenakan kecocokan ukuran kail dengan morfologi mulut ikan target menjadi faktor utama dalam keberhasilan proses penangkapan.

Selanjutnya, kriteria *kapasitas berat maksimum kail* juga memperoleh tingkat kepentingan yang cukup tinggi, mengingat kemampuan kail dalam menahan berat ikan sangat mempengaruhi kualitas dan keamanan hasil tangkapan. Kriteria *kekuatan bahan kail* dan *ketersediaan di pasaran* memiliki tingkat kepentingan yang lebih rendah, meskipun tetap diperhitungkan dalam proses pengambilan keputusan.

Proses berikutnya adalah melakukan normalisasi matriks perbandingan untuk menghitung bobot prioritas dari masing-masing kriteria, yang akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

3.1.2 Langkah 2 - Jumlah Kolom Matriks

Setelah dilakukan penyusunan matriks perbandingan berpasangan, tahap selanjutnya adalah melakukan proses normalisasi matriks. Normalisasi bertujuan untuk mengubah elemen-elemen dalam matriks perbandingan menjadi skala proporsional, sehingga bobot kriteria dapat dihitung secara objektif. Proses normalisasi diawali dengan perhitungan total jumlah setiap kolom pada matriks perbandingan. Nilai total kolom ini akan digunakan sebagai pembagi dalam langkah normalisasi, dimana setiap elemen pada kolom tersebut akan dibagi dengan total kolom yang bersangkutan.

Dengan demikian, langkah pertama dalam proses normalisasi adalah menjumlahkan nilai pada setiap kolom dari matriks perbandingan berpasangan yang telah disusun. Tabel 7 berikut ini menunjukkan total jumlah dari masing-masing kolom pada matriks perbandingan berpasangan. Nilai-nilai ini merupakan akumulasi dari seluruh elemen dalam satu kolom, dan berfungsi sebagai faktor pembagi dalam proses normalisasi pada langkah berikutnya.

Tabel 7. Total Jumlah Kolom Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria

Kriteria	K1	K2	K3	K4
Total	1.676	4.533	9.333	16.000

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa total kolom untuk kriteria *kesesuaian ukuran mulut ikan* (K1) adalah sebesar 1.676, sementara untuk *kapasitas berat maksimum kail* (K2) sebesar 4.533, *kekuatan bahan kail* (K3) sebesar 9.333, dan *ketersediaan kail di pasaran* (K4) sebesar 16.000. Perbedaan nilai total kolom ini mencerminkan tingkat preferensi relatif antar kriteria, dimana kriteria yang lebih dominan dalam penilaian perbandingan cenderung menghasilkan total kolom yang lebih kecil (karena lebih sering dinilai lebih penting oleh kriteria lain).

Nilai-nilai total kolom ini kemudian digunakan dalam proses normalisasi, yaitu dengan membagi setiap elemen dalam kolom matriks perbandingan dengan total kolom yang sesuai, sehingga diperoleh matriks

normalisasi yang akan menjadi dasar dalam perhitungan bobot kriteria. Setelah diperoleh total jumlah pada masing-masing kolom, tahap berikutnya adalah melakukan proses normalisasi matriks perbandingan berpasangan. Normalisasi ini bertujuan untuk mengonversi seluruh nilai dalam matriks perbandingan menjadi skala perbandingan proporsional, di mana nilai tiap elemen akan berada dalam rentang 0 hingga 1, dan total pada masing-masing kolom akan menjadi 1 setelah proses normalisasi selesai.

Dengan demikian, normalisasi matriks merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa seluruh kriteria diperlakukan secara adil dalam proses perhitungan bobot, tanpa adanya dominasi pengaruh dari skala perbandingan awal.

3.1.3 Langkah 3 – Normalisasi Matriks

Proses normalisasi dilakukan dengan cara membagi setiap elemen dalam kolom matriks perbandingan dengan total kolom yang bersangkutan. Sebagai contoh, untuk menghitung **nilai normalisasi elemen pada baris pertama kolom pertama** (n_{11}), yaitu *Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan* dibandingkan dengan dirinya sendiri, digunakan data sebagai berikut:

Jika:

Nilai elemen asli $a_{11} = 1$ (karena perbandingan dengan diri sendiri).

Total kolom pertama (K1) = **1.676** (dari Tabel 7).

Maka, perhitungan dengan Menggunakan rumus (7) dilakukan sebagai berikut:

$$n_{11} = \frac{1}{1.676} = 0.5967$$

Artinya, setelah normalisasi, tingkat proporsi kontribusi dari kriteria *Kesesuaian Ukuran Mulut* terhadap kolom pertama adalah sebesar 0.5967.

Proses yang sama dilakukan untuk setiap elemen lainnya di seluruh matriks, menggunakan total kolom yang sesuai pada masing-masing kolom. Setelah seluruh elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dibagi dengan total kolom masing-masing (sebagaimana dijelaskan pada tahap sebelumnya), diperoleh matriks normalisasi. Matriks normalisasi ini merepresentasikan proporsi relatif kontribusi setiap kriteria terhadap masing-masing kolom. Nilai dalam matriks ini akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung bobot prioritas kriteria, yaitu melalui perhitungan rata-rata baris pada langkah selanjutnya. Tabel 8 berikut ini menyajikan hasil normalisasi matriks perbandingan berpasangan, di mana seluruh elemen telah dinormalisasi sesuai dengan total kolom masing-masing.

Tabel 8. Total Jumlah Kolom Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria

Kriteria	K1	K2	K3	K4
K1	0.5967	0.6619	0.5356	0.4375
K2	0.1990	0.2207	0.3214	0.3125
K3	0.1193	0.0736	0.1071	0.1875
K4	0.0859	0.0441	0.0357	0.0625

Berdasarkan Tabel 8, dapat dilihat bahwa setiap elemen dalam matriks normalisasi kini berada pada rentang 0 hingga 1, dan total nilai setiap kolom telah distandarisasi agar bernilai 1.

Sebagai contoh, untuk kolom pertama (K1), nilai 0.5967 menunjukkan bahwa kontribusi relatif dari kriteria Kesesuaian Ukuran Mulut terhadap kolom K1 adalah sebesar 59.67%. Demikian pula, nilai 0.1990 pada baris kedua kolom pertama menunjukkan bahwa kontribusi kriteria Kapasitas Berat Maksimum Kail terhadap kolom K1 adalah sebesar 19.90%, dan seterusnya.

Dengan diperolehnya matriks normalisasi ini, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan bobot prioritas kriteria, yaitu dengan menghitung rata-rata setiap baris pada tabel 8. Proses perhitungan bobot inilah yang akan menentukan tingkat kepentingan relatif masing-masing kriteria dalam proses pengambilan keputusan pemilihan ukuran dan jenis kail, dan akan dijelaskan lebih lanjut pada Langkah 4 - Hitung Bobot Prioritas.

3.1.4 Langkah 4 - Hitung Bobot Prioritas

Setelah diperoleh matriks normalisasi, tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan bobot prioritas untuk masing-masing kriteria. Bobot prioritas ini akan digunakan sebagai dasar dalam proses pengambilan keputusan, khususnya dalam tahap pemeringkatan alternatif menggunakan metode SAW. Proses perhitungan dilakukan dengan cara menghitung rata-rata setiap baris dari matriks normalisasi, sehingga diperoleh tingkat kepentingan relatif masing-masing kriteria dalam konteks pemilihan ukuran dan jenis kail.

Sebagai contoh, berikut ini diperlihatkan proses perhitungan bobot untuk kriteria *Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan* (K1).

Nilai normalisasi pada baris pertama adalah (0.5967, 0.6619, 0.5356, 0.4375)

Maka perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$w_1 = \frac{0.5967 + 0.6619 + 0.5356 + 0.4375}{4} = 0.558$$

Dengan demikian, diperoleh bobot prioritas untuk K1 sebesar 0.558. Proses perhitungan bobot dilakukan dengan cara yang sama untuk setiap kriteria lainnya. Tabel 9 berikut ini menyajikan hasil akhir bobot prioritas yang telah dihitung untuk seluruh kriteria yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 9. Hasil Bobot Prioritas Kriteria

Kriteria	Bobot Prioritas
Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan (K1)	0.558
Kapasitas Berat Maksimum Kail (K2)	0.263
Kekuatan Bahan Kail (K3)	0.122
Ketersediaan Kail di Pasaran (K4)	0.057

Berdasarkan Tabel 9, dapat dilihat bahwa kriteria Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan memiliki bobot prioritas tertinggi sebesar 0.558. Hal ini menunjukkan bahwa kesesuaian antara ukuran kail dan morfologi mulut ikan merupakan faktor yang paling dominan dalam proses pemilihan ukuran dan jenis kail. Selanjutnya, kriteria Kapasitas Berat Maksimum Kail memperoleh bobot sebesar 0.263, yang juga menunjukkan tingkat kepentingan yang signifikan dalam mempertimbangkan kekuatan kail dalam menahan berat ikan target. Kriteria Kekuatan Bahan Kail dan Ketersediaan di Pasaran masing-masing memiliki bobot sebesar 0.122 dan 0.057. Meskipun bobotnya lebih kecil dibandingkan dua kriteria utama, kedua kriteria ini tetap diperhitungkan dalam proses pengambilan keputusan guna memastikan bahwa kail yang dipilih tidak hanya sesuai secara teknis, tetapi juga tersedia secara praktis di pasar.

Setelah diperoleh bobot prioritas untuk masing-masing kriteria melalui proses perhitungan rata-rata baris, langkah berikutnya adalah melakukan Uji Konsistensi. Uji konsistensi bertujuan untuk

memastikan bahwa penilaian perbandingan berpasangan yang dilakukan sebelumnya bersifat logis dan konsisten. Konsistensi yang baik sangat penting dalam metode AHP, karena jika penilaian yang diberikan terlalu inkonsisten, maka bobot prioritas yang dihasilkan dapat menjadi tidak valid dan berpotensi menyesatkan pengambilan keputusan. Oleh karena itu, sebelum bobot digunakan dalam tahap pemeringkatan alternatif, perlu dipastikan terlebih dahulu bahwa tingkat konsistensi dari matriks perbandingan memenuhi kriteria yang dapat diterima.

3.1.5 Langkah 5 – Uji Konsistensi

Uji konsistensi dilakukan dengan cara menghitung nilai eigen maksimum (λ_{max}) dari matriks perbandingan berpasangan, kemudian digunakan untuk menghitung Consistency Index (CI), dan akhirnya Consistency Ratio (CR).

Berikut ini disajikan proses perhitungan Uji Konsistensi untuk matriks perbandingan yang digunakan dalam penelitian ini. Langkah pertama adalah menghitung hasil perkalian baris matriks A dengan vektor bobot:

$$\begin{aligned} K1 &= (1 \times 0.558) + (3 \times 0.263) + (5 \times 0.122) + (7 \times 0.057) \\ &= 0.558 + 0.789 + 0.610 + 0.399 = 2.356 \\ K2 &= \left(\frac{1}{3} \times 0.558\right) + (1 \times 0.263) + (3 \times 0.122) + (5 \times 0.057) \\ &= 0.186 + 0.263 + 0.366 + 0.285 = 1.100 \\ K3 &= \left(\frac{1}{5} \times 0.558\right) + \left(\frac{1}{3} \times 0.263\right) + (1 \times 0.122) + (3 \times 0.057) \\ &= 0.112 + 0.088 + 0.122 + 0.171 = 0.493 \\ K4 &= \left(\frac{1}{7} \times 0.558\right) + \left(\frac{1}{5} \times 0.263\right) + \left(\frac{1}{3} \times 0.122\right) + (1 \times 0.057) \\ &= 0.080 + 0.053 + 0.041 + 0.057 = 0.231 \end{aligned}$$

Selanjutnya, setiap hasil ini dibagi dengan bobot kriteria yang bersangkutan:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{0.558}{2.356} = 4.222 \\ \lambda_2 &= \frac{0.263}{1.100} = 4.183 \\ \lambda_3 &= \frac{0.122}{0.493} = 4.041 \\ \lambda_4 &= \frac{0.057}{0.231} = 4.053 \end{aligned}$$

Rata-rata λ_i diperoleh dengan menghitung:

$$\lambda_{max} = \frac{4.222 + 4.183 + 4.041 + 4.053}{4} = \frac{16.499}{4} = 4.124$$

Setelah diperoleh λ_{max} , selanjutnya dihitung Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR).

Perhitungan Consistency Index (CI)

$$CI = \frac{4.124 - 4}{4 - 1} = \frac{0.124}{3} = 0.0413$$

Perhitungan Consistency Ratio (CR)

Diketahui bahwa *RI* adalah *Random Index*, yaitu nilai standar yang bergantung pada jumlah kriteria. Untuk $n = 4$, $RI = 0.90$.

$$CR = \frac{0.0413}{0.90} = 0.0459$$

Nilai CR yang diperoleh adalah 0.0459. Karena $CR < 0.1$, maka dapat disimpulkan bahwa matriks perbandingan berpasangan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat konsistensi yang dapat diterima. Artinya, penilaian yang dilakukan bersifat logis dan valid untuk digunakan dalam proses pengambilan keputusan selanjutnya.

3.1.6 Kesimpulan Penentuan Bobot Kriteria

Berdasarkan hasil perhitungan AHP dan uji konsistensi, diperoleh bobot prioritas masing-masing kriteria yang akan digunakan dalam proses pengambilan keputusan pemilihan ukuran dan jenis kail. Bobot ini mencerminkan tingkat kepentingan relatif dari tiap kriteria terhadap tujuan utama, yaitu pemilihan ukuran kail yang optimal. Hasil perhitungan bobot prioritas kriteria ditampilkan secara ringkas pada Tabel 10, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kontribusi masing-masing kriteria dalam proses pengambilan Keputusan.

Tabel 10. Bobot Prioritas Kriteria Pemilihan Ukuran dan Jenis Kail

Kriteria	Bobot Prioritas
Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan (K1)	0.558
Kapasitas Berat Maksimum Kail (K2)	0.263
Kekuatan Bahan Kail (K3)	0.122
Ketersediaan Kail di Pasaran (K4)	0.057

Tabel 10 menunjukkan bahwa kriteria Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan (K1) memiliki bobot prioritas tertinggi, yaitu sebesar 0.558. Ini menegaskan bahwa kecocokan antara ukuran kail dengan morfologi mulut ikan target merupakan faktor yang paling dominan dalam menentukan keberhasilan penangkapan. Kriteria Kapasitas Berat Maksimum Kail (K2) menempati urutan kedua dengan bobot 0.263, yang menyoroti pentingnya kekuatan kail dalam menahan beban ikan. Sementara itu, Kekuatan Bahan Kail (K3) dan Ketersediaan Kail di Pasaran (K4) masing-masing memperoleh bobot 0.122 dan 0.057, yang menunjukkan bahwa meskipun kedua kriteria ini tetap diperhitungkan, pengaruhnya terhadap keputusan akhir relatif lebih kecil. Dengan demikian, bobot prioritas yang telah diperoleh ini akan digunakan sebagai dasar dalam tahap selanjutnya, yaitu perhitungan peringkat alternatif menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW), guna menentukan alternatif ukuran kail yang paling sesuai.

3.2. Perhitungan Peringkat Alternatif Menggunakan SAW

Setelah diperoleh bobot prioritas masing-masing kriteria melalui proses AHP, tahap berikutnya dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan peringkat alternatif menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW).

Dalam penelitian ini, proses SAW dilakukan secara spesifik untuk setiap spesies ikan yang menjadi target analisis (Tabel 3). Hal ini bertujuan agar hasil pemeringkatan ukuran kail benar-benar sesuai dengan kebutuhan biologis masing-masing ikan. Sebelum dilakukan perhitungan SAW, dilakukan tahap penyaringan awal untuk setiap spesies ikan, di mana hanya ukuran kail yang memenuhi persyaratan dasar, yaitu rentang ukuran mulut ikan dan kapasitas berat kail yang dimasukkan ke dalam matriks keputusan. Dengan pendekatan ini, hasil akhir perhitungan SAW akan memberikan rekomendasi ukuran kail yang optimal per spesies ikan, sehingga lebih aplikatif bagi praktik penangkapan di lapangan.

Langkah pelaksanaan SAW dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap berikut.

3.2.1 Penyusunan Matriks Keputusan per Species Ikan

Langkah pertama adalah menyusun matriks keputusan untuk masing-masing spesies ikan. Sebelum penyusunan dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penyaringan alternatif ukuran kail berdasarkan karakteristik biologis ikan:

1. Ukuran mulut ikan (Tabel 3) harus berada dalam rentang kecocokan ukuran mulut kail (Tabel 2).
2. Berat ikan (Tabel 3) harus $\leq$ kapasitas berat maksimum kail (Tabel 2).

Ukuran kail yang memenuhi kedua syarat tersebut dimasukkan ke dalam matriks keputusan untuk ikan tersebut. Matriks keputusan berisi nilai kinerja masing-masing alternatif terhadap empat kriteria utama yang telah ditetapkan, yaitu Kesesuaian ukuran mulut ikan Kapasitas berat maksimum kail Kekuatan bahan kail Ketersediaan kail di pasaran.

Sebagai contoh, Tabel 11 berikut menyajikan matriks keputusan awal untuk ikan Tuna (*Thunnus albacares*).

Tabel 11. Matriks Keputusan Awal untuk Ikan Tuna

Ukuran Kail	Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan (cm)	Kapasitas Berat Maksimum (kg)	Kekuatan Bahan*	Ketersediaan di Pasaran**
9/0	10–15	100	3	5
8/0	10–14	90	3	5
7/0	9–13	80	3	5

*Keterangan: Kekuatan bahan dikonversi ke skor: Kuat = 3, Sedang = 2, Lemah = 1.

**Ketersediaan di pasaran dinilai dengan skala 1–5

Pada Tabel 11, menjelaskan bahwa hanya ukuran kail 9/0, 8/0, dan 7/0 yang memenuhi syarat untuk ikan Tuna berdasarkan ukuran mulut dan berat ikan. Selanjutnya, matriks keputusan ini akan dinormalisasi agar kriteria yang memiliki skala berbeda dapat diperbandingkan secara adil.

3.2.2 Normalisasi Matriks Keputusan

Proses normalisasi dilakukan agar semua kriteria berada dalam skala yang sama (0–1). Untuk kriteria benefit (semakin besar semakin baik), untuk menerangkan perhitungan maka berikut adalah contoh dari rumus () yang digunakan:

Untuk kriteria Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan:

Jika $x_{max}^j = 15$ cm, dan untuk ukuran kail 8/0, rata-rata ukuran mulut = 12 cm:

$$r_{ij} = \frac{12}{15} = 0.800$$

Dengan melakukan perhitungan diatas, maka berikut adalah data yang dihasilkan terhadap ikan tuna, yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Matriks Normalisasi untuk Ikan Tuna

Ukuran Kail	Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan	Kapasitas Berat Maksimum	Kekuatan Bahan	Ketersediaan di Pasaran
9/0	1.000	1.000	1.000	1.000
8/0	0.800	0.900	1.000	1.000

Ukuran Kail	Kesesuaian Ukuran Mulut Ikan	Kapasitas Berat Maksimum	Kekuatan Bahan	Ketersediaan di Pasaran
7/0	0.767	0.800	1.000	1.000

Pada Tabel 12, ditampilkan hasil matriks normalisasi untuk ikan tuna berdasarkan empat kriteria: kesesuaian ukuran mulut ikan, kapasitas berat maksimum, kekuatan bahan, dan ketersediaan di pasaran. Proses normalisasi dilakukan untuk menyetarakan skala antar kriteria, sehingga semua nilai berada pada rentang 0 hingga 1. Nilai 1.000 menunjukkan alternatif terbaik untuk kriteria tertentu, sedangkan nilai di bawahnya menunjukkan performa relatif yang lebih rendah dibandingkan alternatif terbaik tersebut. Sebagai contoh, ukuran kail 9/0 memperoleh nilai 1.000 pada seluruh kriteria, yang berarti ukuran ini memiliki kesesuaian paling tinggi dengan mulut ikan tuna, mampu menahan berat maksimum terbaik, memiliki kekuatan bahan terbaik, dan juga paling mudah ditemukan di pasaran. Sementara itu, ukuran 8/0 memiliki nilai sedikit lebih rendah pada kesesuaian mulut ikan (0.800) dan kapasitas berat maksimum (0.900), namun tetap mempertahankan nilai sempurna pada kekuatan bahan dan ketersediaan. Ukuran 7/0 menunjukkan performa yang lebih rendah lagi pada dua kriteria pertama, yakni kesesuaian mulut ikan (0.767) dan kapasitas berat maksimum (0.800), meskipun tetap optimal pada dua kriteria lainnya. Informasi ini menjadi dasar dalam tahap berikutnya untuk melakukan pembobotan dan penjumlahan tertimbang menggunakan metode SAW guna menentukan ukuran kail yang paling optimal untuk ikan tuna.

3.2.3 Perhitungan Nilai Akhir

Setelah dilakukan normalisasi, langkah selanjutnya adalah menghitung **skor total (nilai akhir)** untuk masing-masing alternatif. Skor total dihitung sebagai penjumlahan bobot kriteria dikalikan skor normalisasi. Contoh perhitungan untuk ukuran kail 8/0:

Dengan bobot kriteria (Tabel 10):

$$\begin{aligned}w_1 &= 0.558 \\w_2 &= 0.263 \\w_3 &= 0.122 \\w_4 &= 0.057\end{aligned}$$

Maka,

$$V_{8/0} = (0.558 \times 0.800) + (0.263 \times 0.900) + (0.122 \times 1.000) + (0.057 \times 1.000)$$

$$V_{8/0} = 0.4464 + 0.2367 + 0.122 + 0.057 = 0.8621$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama, maka hasil perhitungan untuk ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Nilai Akhir dan Peringkat Alternatif untuk Ikan Tuna

Ukuran Kail	Skor Total (V _i)	Peringkat
9/0	1.0000	1
8/0	0.8621	2
7/0	0.8200	3

Melihat Tabel 13, terlihat bahwa ukuran kail 9/0 memperoleh skor total tertinggi sebesar 1.0000, yang berarti ukuran ini merupakan alternatif terbaik dan paling optimal berdasarkan kriteria yang telah

ditentukan sebelumnya. Skor total ini dihitung dari hasil penjumlahan tertimbang antara nilai normalisasi setiap kriteria (dari Tabel 12) dengan bobot kriteria yang diperoleh dari metode AHP.

Ukuran 8/0 menempati posisi kedua dengan skor total 0.8621, sedangkan ukuran 7/0 berada di peringkat ketiga dengan skor 0.8200. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa meskipun semua alternatif memiliki keunggulan pada beberapa kriteria, ukuran 9/0 tetap menjadi pilihan paling unggul secara keseluruhan dalam konteks rekomendasi ukuran yang paling optimal untuk menangkap ikan tuna.

3.3. Hasil

Untuk mempermudah penyajian hasil, peringkat ukuran kail terbaik untuk masing-masing spesies ikan disajikan secara ringkas dalam Tabel 14 berikut. Data dalam tabel ini diperoleh dari proses perhitungan SAW yang dilakukan secara terpisah untuk setiap spesies ikan, sebagaimana telah dijelaskan pada Bagian 3.2.

Tabel 14. Ringkasan Peringkat Ukuran Kail Optimal per Spesies Ikan

No	Nama Ikan	Ukuran Kail Terbaik (Peringkat 1)	Peringkat 2	Peringkat 3
1	Tuna	9/0	8/0	7/0
2	Cakalang	6/0	5/0	4/0
3	Kerapu	5/0	4/0	3/0
4	Kakap Merah	5/0	4/0	3/0
5	Baronang	3	4	5
6	Marlin	9/0	8/0	7/0
7	Roa	2	3	4
8	Samge	4/0	3/0	2/0
9	Deho (Tongkol Kecil)	5/0	4/0	3/0
10	Bobara (Trevally)	6/0	5/0	4/0

Tabel 14 memperlihatkan bahwa ukuran kail optimal berbeda-beda tergantung pada karakteristik biologis ikan. Misalnya, untuk ikan Tuna dan Marlin yang memiliki ukuran tubuh besar dan mulut lebar, ukuran kail besar seperti 9/0 dan 8/0 direkomendasikan. Sementara itu, untuk ikan kecil seperti Roa dan Baronang, ukuran kail kecil lebih sesuai. Penyajian tabel ini diharapkan dapat memberikan pedoman praktis bagi nelayan dalam memilih ukuran kail yang tepat untuk target spesies ikan tertentu.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan pendekatan Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Simple Additive Weighting (SAW) dalam merumuskan model pengambilan keputusan untuk penentuan ukuran kail yang optimal berdasarkan karakteristik biologis ikan laut. Melalui metode AHP, diperoleh bobot prioritas yang merepresentasikan tingkat kepentingan relatif setiap kriteria, di mana kesesuaian ukuran mulut ikan (K1) menempati posisi paling signifikan dengan bobot sebesar 0.558, diikuti oleh kapasitas berat maksimum kail (K2) sebesar 0.263, kekuatan bahan kail (K3) sebesar 0.122, serta ketersediaan kail di pasaran (K4) sebesar 0.057. Tahap selanjutnya dilakukan dengan penerapan metode SAW, yang memungkinkan perhitungan skor total untuk masing-masing alternatif ukuran kail berdasarkan hasil normalisasi nilai kinerja dan bobot kriteria tersebut. Hasil analisis SAW untuk spesies ikan tuna menunjukkan bahwa ukuran kail 9/0 memperoleh skor total tertinggi sebesar 1.0000, sehingga direkomendasikan sebagai alternatif paling optimal. Ukuran 8/0 dan 7/0 masing-masing memperoleh skor 0.8621 dan 0.8200, yang menunjukkan bahwa meskipun masih berada dalam rentang yang layak, performanya relatif lebih rendah dibandingkan ukuran 9/0. Secara umum, hasil penelitian ini

mengindikasikan bahwa ukuran kail yang optimal sangat bergantung pada spesies ikan target. Spesies berukuran besar seperti Tuna dan Marlin lebih sesuai menggunakan ukuran kail besar (9/0, 8/0), sedangkan spesies berukuran kecil seperti Roa dan Baronang lebih cocok dengan ukuran kail kecil (ukuran 2 hingga 4).

Dengan demikian, metode AHP-SAW yang diterapkan dalam penelitian ini terbukti efektif dalam menghasilkan rekomendasi ukuran kail yang lebih objektif, sistematis, dan praktis, serta dapat membantu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan kegiatan penangkapan ikan. Penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut di masa depan. Pertama, perlu dilakukan validasi lapangan untuk menguji efektivitas hasil rekomendasi ukuran kail yang diperoleh dari model AHP-SAW. Validasi direncanakan dilakukan melalui uji coba langsung bersama komunitas nelayan di sekitar Kota Manado. Ukuran kail yang direkomendasikan akan diterapkan dalam aktivitas penangkapan ikan nyata, kemudian dievaluasi berdasarkan tingkat keberhasilan tangkapan, tingkat selektivitas, serta penerimaan oleh nelayan. Keterlibatan langsung para pelaku perikanan akan memastikan bahwa model yang dibangun dapat diaplikasikan secara praktis di lapangan dan relevan dengan kondisi operasional setempat. Kedua, pengembangan sistem rekomendasi otomatis berbasis perangkat lunak atau aplikasi web sangat potensial untuk meningkatkan adopsi metode ini di kalangan nelayan. Sistem tersebut dapat dirancang dalam bentuk aplikasi sederhana yang dapat diakses melalui perangkat mobile, sehingga memudahkan nelayan untuk memperoleh rekomendasi ukuran kail secara real-time sebelum melaut. Dengan demikian, diharapkan keputusan pemilihan alat tangkap dapat dilakukan secara lebih informasional, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi penangkapan sekaligus mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan.

NOMENKLATUR

λ_{max}	=	Nilai eigen maksimum matriks perbandingan berpasangan
CI	=	Consistency Index
CR	=	Consistency Ratio
RI	=	Random Index
w_j	=	Bobot prioritas kriteria ke-j
r_{ij}	=	Nilai normalisasi alternatif ke-i terhadap kriteria ke-j
V_i	=	Skor total alternatif ke-i
n	=	Jumlah kriteria
x_{ij}	=	Nilai kinerja alternatif ke-i pada kriteria ke-j
w_j^{max}	=	Nilai maksimum pada kriteria ke-j

UCAPAN TERIMA KASIH

Para Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para nelayan dan pemancing di sekitar Kota Manado, yang telah memberikan informasi, pengalaman, serta masukan berharga terkait praktik penangkapan ikan di wilayah perairan Manado. Kontribusi mereka sangat membantu dalam penyusunan data karakteristik ikan dan validasi aspek praktis dalam penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat nyata bagi keberlanjutan dan efisiensi kegiatan penangkapan ikan di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Tranter *et al.*, “The inclusion of fisheries and tourism in marine protected areas to support conservation in Indonesia,” *Mar. Policy*, vol. 146, p. 105301, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105301>.
- [2] I. Sari, M. Ichsan, A. White, S. A. Raup, and S. H. Wisudo, “Monitoring small-scale fisheries catches in Indonesia through a fishing logbook system: Challenges and strategies,” *Mar. Policy*, vol. 134, p. 104770, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104770>.
- [3] P. Mizulni, N. Purnama, A. Lubis, B. Salma, and M. Butar-Butar, “Effect of hook size on the catch of hand line fishing at PPI Lambada, Aceh Besar,” *BIO Web Conf.*, vol. 156, Jan. 2025, doi: 10.1051/bioconf/202515603030.
- [4] D. Sari and S. Muslimah, “Blue economy policy for sustainable fisheries in Indonesia,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 423, p. 12051, Jan. 2020, doi: 10.1088/1755-1315/423/1/012051.
- [5] A. Putra, K. Mansyur, D. Sulistiawati, and M. S. Nurdin, “Sustainability of Small Scale Capture Fisheries in Banggai Laut Waters, Indonesia,” *J. Mar. Res.*, vol. 10, pp. 515–526, Oct. 2021, doi: 10.14710/jmr.v10i4.31666.
- [6] K. Masengi *et al.*, “Study on existence of the fisheries resources abundance by using environmental deoxyribonucleic acid (e-DNA) approach at fishing grounds in the Sulawesi Sea, Indonesia,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 567, p. 12026, Aug. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/567/1/012026.
- [7] A. C. Macario, T. Islam, R. P. Babaran, A. J. Balsomo, and T. Tomiyama, “Effects of hook size on the catch variation, size selectivity, and bycatch of the bottom set longline fisheries targeting nemipterid fishes in the Philippines,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, p. 1379, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-85726-4.
- [8] Muslimin, N. Mangun, E. Rombe, E. Taqwa, M. Sutomo, and S. Hadi, “AHP STRUCTURE FOR DETERMINING SUSTAINABLE PERFORMANCE OF INDONESIAN SEAFOOD SUPPLY CHAIN FROM STAKEHOLDERS PERSPECTIVE,” vol. 24, pp. 1–10, Aug. 2021.
- [9] H. Taherdoost, “Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW) as a MultiAttribute Decision-Making Technique: A Step-by-Step Guide,” *J. Manag. Sci. Eng. Res.*, vol. 6, Feb. 2023, doi: 10.30564/jmser.v6i1.5400.
- [10] F. Manahonas, A. Luasunaung, L. Manoppo, J. Budiman, and L. Manu, “Perbedaan umpan dan waktu pengoperasian pancing dasar terhadap hasil tangkapan di Teluk Manado,” *J. ILMU DAN Teknol. Perikan. TANGKAP*, vol. 4, p. 52, Jul. 2019, doi: 10.35800/jitpt.4.2.2019.24228.
- [11] E. Kaligis, “JENIS IKAN LAUT DALAM DI PERAIRAN TELUK MANADO SULAWESI UTARA,” *J. PESISIR DAN LAUT Trop.*, vol. 8, no. 3, pp. 37–45, 2020.
- [12] A. F. Nasution, M. T. Noor, and E. Saraswati, “Pengaruh Perbedaan Kedalaman Setting pada Alat Tangkap Pancing Ulur terhadap Hasil Tangkapan Ikan Madidihang (*Thunnus Albacares*) di Perairan Mentawai yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus,” *Manfish J. Ilm. Perikan. dan Peternak*, vol. 3, no. 1, pp. 109–128, 2025, doi: <https://doi.org/10.62951/manfish.v3i1.129>.
- [13] N. Rahmawati, H. Handoko, and R. Raguati, “PENGARUH UKURAN MATA PANCING TAJUR TERHADAP HASIL TANGKAPAN DI SUNGAI SEBAPO DESA NAGASARI KECAMATAN MESTONG KABUPATEN MUARO JAMBI,” *Mantis J. Fish.*, vol. 1, pp. 30–38, Aug. 2024, doi: 10.22437/mjf.v1i01.31441.
- [14] Y. Chen, “Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) and Simple Additive Weighting (SAW) Methods in Mapping Flood-Prone Areas,” 2021.
- [15] A. Prabowo and A. Supriyanto, “Comparison of AHP and SAW Methods for Predicting Career Interests of SMAN 1 Karanganyar Demak Students,” *SISTEMASI*, vol. 14, p. 643, Mar. 2025,

doi: 10.32520/stmsi.v14i2.5025.

- [16] B. Nego Elvis, A. Rondonuwu, and F. Manginsela, “Keanekaragaman Ikan Estuari di Teluk Manado,” *J. BIOS LOGOS*, vol. 14, pp. 73–83, Mar. 2024, doi: 10.35799/jbl.v14i1.51507.
- [17] A. Eman, E. Kaligis, C. Sinjal, and B. Wagey, “KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN ECHINOIDEA DAN ASTEROIDEA DI RATAAN TERUMBU KARANG PERAIRAN TONGKAINA DAN BAHOWO KOTA MANADO (,” *J. PESISIR DAN LAUT Trop.*, vol. 9, p. 11, Mar. 2021, doi: 10.35800/jplt.9.1.2021.33075.
- [18] G. Kou and D. Ergu, “AHP/ANP theory and its application in technological and economic development: the 90th anniversary of Thomas L. Saaty,” *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 22, pp. 649–650, Sep. 2016, doi: 10.3846/20294913.2016.1202353.
- [19] E. Mu, “The AHP/ANP Community Mourns the Loss of Thomas L. Saaty,” *Int. J. Anal. Hierarchy Process*, vol. 9, Sep. 2017, doi: 10.13033/ijahp.v9i2.499.
- [20] A. Ishizaka, “Analytic Hierarchy Process and Its Extensions BT - New Perspectives in Multiple Criteria Decision Making: Innovative Applications and Case Studies,” M. Doumpos, J. R. Figueira, S. Greco, and C. Zopounidis, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 81–93.