

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN JENIS IKAN AIR TAWAR UNTUK USAHA PEMBESARAN MENGGUNAKAN METODE ANP-TOPSIS

(STUDI KASUS: KABUPATEN NGANJUK)

Ullum Pratiwi¹, Arief Andy Soebroto², Indriati³

¹Mahasiswa, ^{2,3}Dosen Pembimbing

Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia

Email : pratiwiullum@gmail.com¹, ariefas@ub.ac.id², indriatik@ub.ac.id²

ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat akan ikan terus meningkat dari tahun ke tahun. Seperti yang diprediksikan oleh laporan Badan Pangan PBB, pada tahun 2021 konsumsi ikan akan mencapai sekitar 19,6 kg pertahun perkapita. Disebutkan pula bahwa prediksi untuk tahun 2018 nanti, produksi ikan air tawar akan mampu menyaingi produksi ikan air laut. Karena potensi perikanan budidaya air tawar semakin meningkat, perlu dilakukan pemajuan sektor budidaya ikan untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut. Budidaya atau usaha pembesaran dalam perikanan air tawar memiliki beberapa alternatif ikan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan diminati oleh masyarakat. Karena setiap alternatif ikan memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam pembudidayaannya, maka diperlukan parameter-parameter yang mempengaruhi proses pembesaran ikan air tawar tersebut. Agar memudahkan dalam penentuan budidaya ikan air tawar, diperlukan suatu penyelesaian mengenai pengambilan keputusan yang tepat yang dapat menghasilkan keputusan berupa perangkaan jenis ikan yang menguntungkan bagi petani ikan atau kelompok tani ikan. Aplikasi ini bertujuan untuk menentukan budidaya ikan air tawar khususnya dalam usaha pembesaran, dengan proses perhitungan menggunakan penggabungan metode *Analytic Network Process* dan *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*. ANP menghasilkan bobot kriteria penilaian usaha pembesaran ikan air tawar, sedangkan TOPSIS menghasilkan urutan jenis ikan yang menguntungkan untuk dibudidayakan. Aplikasi dengan menggabungkan dua metode tersebut menghasilkan tingkat akurasi sebesar 83,3333% yang menunjukkan bahwa aplikasi sudah dapat berfungsi dengan baik.

Kata Kunci: Ikan Air Tawar, *Analytic Network Process*, *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*

ABSTRACT

*Community needs for fish has increased from year to year. As predicted by the UN food agency report, in 2021 fish consumption will reach about 19.6 kg per capita per year. It added that predictions for the year 2018, the production of freshwater fish will be able to compete with the production of sea water fish. Because of the potential for freshwater aquaculture is increasing, there should be promotion of fish farming sector to meet the needs of the community. Cultivation or enlargement effort in the fishery freshwater fish have several alternatives that have a high economic value and demand by the public. Because each alternative fish have different characteristics in cultivation, the necessary parameters that affect the enlargement process of the fresh water fish. In order to facilitate the determination of freshwater fish farming, we need a settlement regarding the appropriate decision that could result in a decision in the form of ranking the types of fish that are beneficial to farmers of fish or fish farmer groups. This application aims to determine the freshwater fish farming, especially in the enlarged business, with the incorporation of the calculation process menggunakan *Analytic Network Process* and *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*. ANP generate business valuation criteria weights freshwater fish rearing, while TOPSIS produce favorable order fish species to be cultivated. Applications by combining the two methods produce the accuracy rate of 83.3333%, which indicates that the application is functioning properly.*

Keywords: Freshwater Fish, Analytic Network Process, Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution,

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ikan merupakan salah satu bahan makanan yang biasa dikonsumsi oleh manusia dalam kesehariannya karena kandungan gizinya yang sangat bermanfaat (Arie & Dejee, 2013). Pada tahun 2021, diprediksi bahwa konsumsi ikan mencapai sekitar 19,6 kg pertahun perkapita. Data tersebut diprediksikan menurut laporan Badan Pangan PBB. Disebutkan pula bahwa prediksi untuk tahun 2018 nanti, produksi ikan air tawar akan mampu menyaingi produksi ikan air laut (Kurniawan, 2012). Hal tersebut disebabkan karena

hasil penangkapan ikan yang masih kurang selektif mengingat berbagai macam ukuran ikan yang telah ditangkap oleh para nelayan.

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan permintaan ikan yang terus meningkat karena dijadikan konsumsi setiap harinya tersebut, perlu dilakukan adanya peningkatan produksi, terutama untuk ikan air tawar. Peningkatan produksi ini dilakukan sebagai pengganti dari ikan hasil tangkap oleh nelayan. Salah satu caranya, yaitu dengan melakukan budidaya ikan

air tawar. Budidaya ikan air tawar ini terdiri dari 3 pola, yaitu usaha pembenihan, usaha pendederan dan pembesaran ikan. Usaha pembesaran ini dilakukan oleh para petani ikan untuk memilih jenis ikan air tawar yang lebih menguntungkan sehingga dapat meningkatkan produksi (Saparinto, 2013). Usaha pembesaran ini dipilih karena mengingat banyaknya petani ikan yang masih terkesan hanya mencoba-coba berbagai jenis ikan air tawar tanpa memikirkan apakah ikan tersebut menguntungkan serta laku di pasaran atau tidak.

Usaha pembesaran merupakan usaha yang cukup menantang dan penuh dengan berbagai resiko. Usaha pada bidang perikanan ini dapat dijadikan sebagai sumber penghasilan utama, melihat kebutuhan masyarakat akan ikan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Banyaknya pembudidaya ikan di berbagai daerah juga menjadi penguat alasan penting mengapa bidang ini dipilih sebagai lahan usaha. Untuk meningkatkan produksi ikan tersebut di berbagai daerah, tentunya harus didukung oleh benih ikan yang unggul dan berkelanjutan (Arie & Dejee, 2013). Salah satu daerah yang berpotensi untuk mengembangkan usaha pembesaran ikan air tawar adalah Kabupaten Nganjuk. Menurut Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur, Kabupaten Nganjuk menempati urutan ke-5 se-Provinsi Jawa Timur dalam produksi ikan air tawar dengan total produksi sebesar 11.184,3 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016).

Dari permasalahan tentang produksi ikan air tawar, diperlukan suatu penyelesaian mengenai pengambilan keputusan yang dapat menyelesaikan permasalahan dalam penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran. Hingga saat ini, terdapat penelitian yang telah dilakukan dengan objek budidaya ikan air tawar. Salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Lumentut & Hartati, Sistem Pendukung Keputusan untuk Memilih Budidaya Ikan Air Tawar Menggunakan AF-TOPSIS, 2015). Penelitian tersebut digunakan sebagai persamaan dengan objek yang akan dirancang oleh penulis sebagai bahan kajian. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lumentut dan Hartati tersebut, terdiri dari 6 alternatif ikan dan 2 parameter, yaitu faktor kesesuaian air dan faktor finansial. Dimana hasil dari penelitian tersebut didapatkan hasil berupa sistem penunjang keputusan yang mempertimbangkan parameter kondisi lingkungan air dan faktor finansial yang dapat membantu petani budidaya ikan untuk menentukan jenis budidaya ikan air tawar yang akan dijalankan. Metode TOPSIS sangat membantu dan menyederhanakan perhitungan keputusan (Lumentut & Hartati, 2015).

Beberapa penelitian tentang metode ANP-TOPSIS dilakukan oleh (Chang et al., 2015), (Kunfa et al., 2010), (Poetra et al., 2015), dan (Arvianto et al., 2014). Permasalahannya di antaranya

adalah penentuan lokasi, pengukuran bakat, penentuan promosi jabatan struktural, dan pemilihan strategi pemasaran. Dimana hasil yang didapatkan terbukti optimal dan efektif dengan menggunakan metode hybrid ANP-TOPSIS. Metode ANP digunakan sebagai pembobotan kriteria, sedangkan metode TOPSIS untuk perankingan alternatif.

Selain itu, terdapat pula beberapa penelitian yang hanya menggunakan metode ANP, diantaranya penelitian tentang pemilihan supplier yang dilakukan oleh (Gencer & Gurpinar, 2007), (Alidrisi, 2014), dan (Kurniawati et al., 2013). Peneliti tersebut menyimpulkan bahwa metode ANP bagus digunakan dalam metode penyelesaian terkait dengan pemilihan supplier. Kemudian untuk penelitian terkait dengan permasalahan evaluasi yang dilakukan oleh (Jung & Seo, 2010), (Nedjati & Izbirak, 2013), dan (Chemweno et al., 2015). Dapat disimpulkan bahwa metode ANP bagus digunakan dalam permasalahan terkait dengan pemeliharaan aset dalam suatu perusahaan. Untuk penelitian terkait dengan permasalahan seleksi yang dilakukan oleh (Al-Hawari et al., 2014), (Priyandika & Singgih, 2011), dan (Sorumba et al., 2015). Didapatkan kesimpulan bahwa metode ANP sangat cocok digunakan dalam permasalahan terkait dengan pemilihan tata ruangan, seleksi mesin, dan penempatan lokasi ATM.

Beberapa penelitian tentang metode TOPSIS yaitu permasalahan kualitas air tanah yang dilakukan oleh (Peiyue et al., 2010) dan budidaya ikan air tawar yang dilakukan oleh (Lumentut & Hartati, 2015). Kemudian untuk permasalahan seleksi beasiswa, penempatan karyawan yang layak, serta pemilihan lokasi sumber mata air. Dimana dapat ditarik kesimpulan bahwa metode TOPSIS sesuai digunakan dalam permasalahan tersebut (Perdana & Widodo, 2013), (Pramudhita et al., 2015) & (Aditya, 2015). Selanjutnya untuk permasalahan seleksi calon siswa baru dan pemilihan *green vendor* yang menyimpulkan bahwa metode TOPSIS lebih efisien dan mudah dipahami (Rustiwan et al., 2012) & (Wu & Yang, 2008).

Metode ANP merupakan salah satu metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) yang digunakan dalam pengambilan keputusan dengan jenis keputusan berupa penentuan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Chang pada tahun 2015. Pada pemilihan lokasi apartment di Taiwan tersebut menggunakan metode Fuzzy Delphi, ANP, dan TOPSIS tersebut didapatkan hasil penentuan lokasi yang optimal. Dimana CR yang didapatkan dari masing-masing perbandingan berpasangan adalah $< 0,1$, yang berarti bahwa data lokasi dengan 12 kriteria dan 3 perspektif dalam penelitian tersebut dapat diterima kevalidannya (Chang et al., 2015).

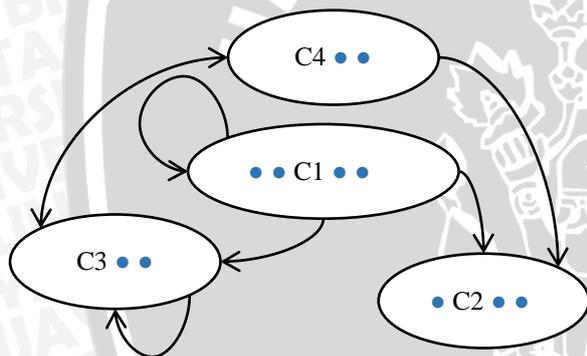
Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Poetra pada tahun 2015, tentang penentuan promosi jabatan



struktural dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas SDM dan tolok ukur kinerja pegawai. Dimana dalam penelitian tersebut terdiri dari 3 kriteria, yaitu KMP. Kriteria K dan M masing-masing mempunyai 4 subkriteria dan kriteria P memiliki 3 subkriteria. Dari penelitian yang menggunakan metode ANP dan TOPSIS tersebut didapatkan hasil keputusan berupa bobot kriteria penilaian promosi dan ranking pegawai yang akan dipromosikan dengan akurasi sebesar 85,71% (Poetra et al., 2015).

Metode ANP merupakan metode perbaikan dari metode AHP. Metode ini merupakan salah satu metode dengan teknik MCDM yang dikembangkan oleh Thomas L Saaty. Dimana MCDM adalah seperangkat konsep, metode-metode, serta teknik untuk membantu para pembuat keputusan untuk membuat keputusan dengan karakteristik yang kompleks yang sistematis dan terstruktur. Metode ANP merupakan salah satu dari sekian banyak metode yang digunakan sebagai penyelesaian masalah yang memiliki alternatif (Beltran et al., 2013).

Struktur ANP ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Struktur Jaringan ANP

ANP dipilih karena prediksi akurat dan keputusan yang lebih baik, kemampuan dalam melakukan pengukuran dan sintesis, komparasi yang lebih objektif, hasil yang lebih stabil, serta akan sangat membantu perusahaan dalam riset evaluasi dan pengambilan keputusan, terkait pengembangan organisasi & manajemen, produk, layanan dan marketing (Linda & Rahardi, 2014). Selain itu, ANP mampu menjelaskan interaksi secara sistematis, dapat digunakan tidak hanya dalam mengatasi *inner dependences* dalam kriteria namun juga dapat memberikan jalan untuk memperoleh banyak informasi bagi pengambil keputusan, serta lebih kompleks dalam menelusuri hubungan antar kriteria sehingga cocok digunakan untuk pembobotan dalam berbagai masalah penentuan dalam SPK (Gencer & Gurpinar, 2007).

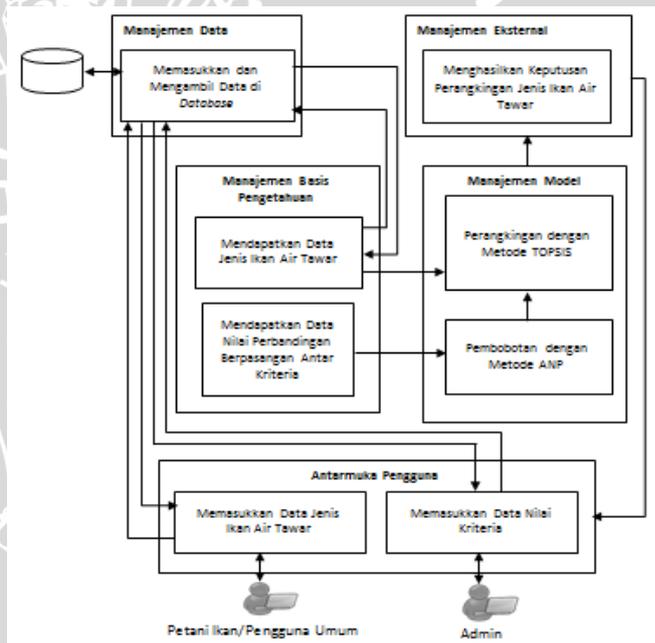
Metode TOPSIS merupakan salah satu metode SPK yang diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang (1981). Metode ini merupakan metode yang menggunakan

alternatif terpilih yang mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan terjauh dari solusi ideal negatif. Kemudian pilihan tersebut akan diurutkan berdasarkan nilai sehingga alternatif yang memiliki jarak terpendek dengan solusi ideal positif adalah alternatif yang terbaik. Dengan kata lain, alternatif tersebut memiliki nilai yang lebih besar yang lebih baik untuk dipilih (Juliyanti et al., 2011).

Metode TOPSIS dipilih karena sederhana dan mudah dimengerti, komputasinya yang *Straight Forward* (tidak membutuhkan banyak konfigurasi) sehingga efisien, serta efektif dalam permasalahan perankingan, dapat digunakan pada berbagai atribut dan kriteria, menggunakan perbandingan kriteria yang lebih sedikit, serta mudah diimplementasikan (Samant et al., 2015).

METODOLOGI

Metodologi penelitian ditunjukkan secara keseluruhan melalui arsitektur sistem pendukung keputusan. arsitektur sistem pendukung keputusan penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran dengan metode ANP-TOPSIS pada **Gambar 2**.



Gambar 1 Arsitektur SPK Penentuan Jenis Ikan Air Tawar untuk Usaha Pembesaran dengan metode ANP-TOPSIS

- Subsistem Manajemen Data

Subsistem Manajemen data menjelaskan proses aliran data (*Data Flow*) yang masuk dan keluar system. Data yang masuk ke dalam sistem merupakan data yang akan di proses dan dihitung hasilnya sehingga hasil perhitungan tersebut menjadi data keluaran sistem.

- Subsistem Basis Pengetahuan

Subsistem basis pengetahuan terdiri dari kriteria-kriteria yang digunakan dalam proses penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran dan data jenis-jenis ikan air tawar beserta hasil pembobotannya. Langkah pertama yaitu menentukan perbandingan bobot untuk setiap kriteria mengikuti Saaty. Nilai perbandingan bobot yang diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap pihak UPTD Balai Pembibitan Ternak dan Pembenihan Ikan (BPTPI) Kabupaten Nganjuk dan Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Nganjuk yang ditunjukkan pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Intensitas Perbandingan Antar Kriteria

No	Perbandingan Kriteria	Nilai Kepentingan
1	Harga Benih Jumlah Pakan Sama Penting	1
2	Harga Benih Jumlah Tebar Benih Sama Penting	2
3	Harga Benih Permintaan Pasar Sama Penting	3
4	Harga Benih Waktu Panen Sama Penting	5
5	Harga Benih Jumlah Panen Sama Penting	3
6	Harga Benih Harga Jual per Kg Sama Penting	3
7	Jumlah Pakan Jumlah Tebar Benih Sama Penting	2
8	Jumlah Pakan Permintaan Pasar Sama Penting	2
9	Jumlah Pakan Waktu Panen Sama Penting	5
10	Jumlah Pakan Jumlah Panen Sama Penting	3
11	Jumlah Pakan Harga Jual per Kg Sama Penting	3
12	Jumlah Tebar Benih Permintaan Pasar Sama Penting	3
13	Jumlah Tebar Benih Waktu Panen Sama Penting	3
14	Jumlah Tebar Benih Jumlah Panen Sama Penting	3
15	Jumlah Tebar Benih Harga Jual per Kg Sama Penting	3
16	Permintaan Pasar Waktu Panen Sama Penting	2

17	Permintaan Pasar Jumlah Panen Sama Penting	2
18	Permintaan Pasar Harga Jual per Kg Sama Penting	2
19	Waktu Panen Jumlah Panen Sama Penting	2
20	Waktu Panen Harga Jual per Kg Sama Penting	2

Nilai Pembobotan untuk masing-masing kriteria ditunjukkan pada Tabel dibawah ini :

Tabel 2. Konversi Bobot Harga Benih (C1)

Harga Per Ekor Benih 5-8cm (Rp)	
Keterangan	Bobot
≤ 100	4
101 – 300	3
301 – 500	2
≥ 501	1

Tabel 3. Konversi Bobot Jumlah Pakan (C2)

Jumlah Pakan (Karung)	
Keterangan	Bobot
≤ 25	4
26 – 30	3
≥ 31	2

Tabel 4. Konversi Bobot Jumlah Tebar Benih (C3)

Jumlah Tebar Benih (ekor)	
Keterangan	Bobot
≥ 3001	4
2001 – 3000	3
≤ 2000	2

Tabel 5. Konversi Bobot Permintaan Pasar (C4)

Permintaan Pasar	
Keterangan	Bobot
Tinggi	4
Sedang	3
Rendah	2

Tabel 6. Konversi Bobot Waktu Panen (C5)

Waktu Panen	
Keterangan	Bobot
≤ 3	4
4 – 5	3
≥ 6	2

Tabel 7. Konversi Bobot Jumlah Panen (C6)

Jumlah Panen (Kg)	
Keterangan	Bobot
≥ 751	4
501 – 750	3
≤ 500	2

Tabel 8. Konversi Bobot Harga Jual Per Kilogram (C7)

Harga Per Ekor Benih 5-8cm (Rp)	
Keterangan	Bobot
≥ 20001	4
15001 - 20000	3
≤ 15000	2

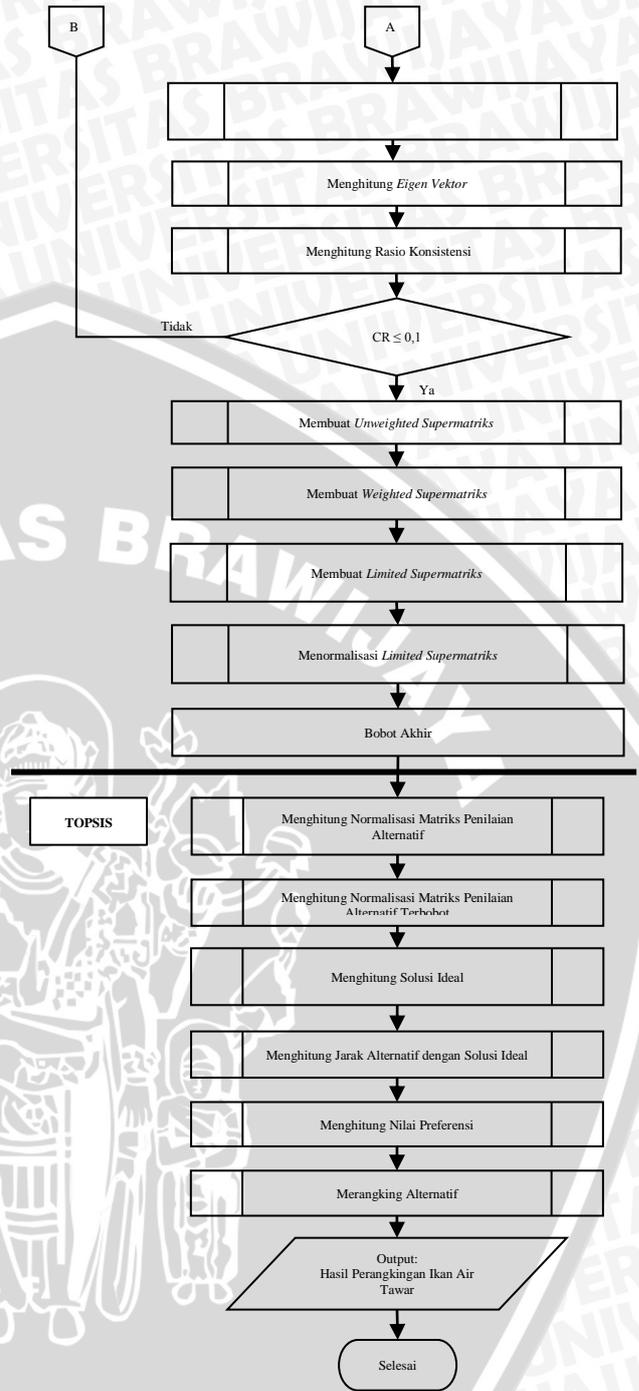
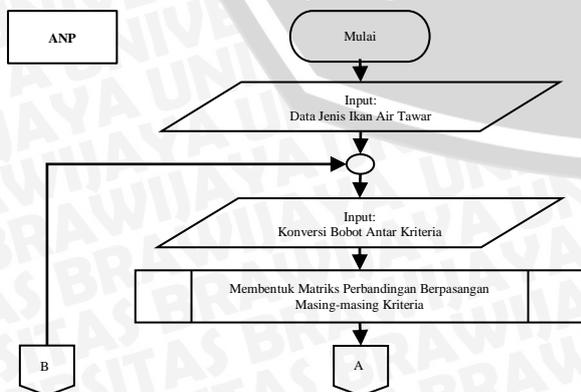
Jenis Ikan Air Tawar yang dijadikan sebagai penelitian adalah sebagai berikut : Ikan nila, ikan mas, ikan patin, ikan lele, ikan bawal, ikan gurame, Ikan Tawes, Ikan Bawal, Ikan Baung dengan beberapa jenis variasi masing-masing ikan air tawar yang sudah disebutkan. Nilai yang diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap pihak UPTD Balai Pembibitan Ternak dan Pembenihan Ikan Kabupaten Nganjuk akan dikonversi sesuai ketentuan Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan oleh Saaty pada **Tabel 9** dibawah ini:

Tabel 9. Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen punya pengaruh yang sama
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit memilih atu elemen dibandingkan pasangannya
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian dengan kuat memilih satu elemen dibandingkan pasangannya
7	Sangat penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya terlihat
9	Mutlak sangat penting	Satu elemen terbukti mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya
2,4,6,8	Nilai Tengah	Ketika diperlukan sebuah kompromi
Kebalikan	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	

- Subsistem Manajemen Model

Subsistem manajemen model merupakan tata kelola yang berhubungan dengan penentuan metode yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan. Subsistem ini merepresentasikan proses pengambilan keputusan berdasarkan tahapan metode penelitian yang digunakan dengan memanfaatkan kecerdasan buatan. Subsistem manajemen model dibentuk berdasarkan manajemen data dan manajemen basis pengetahuan. Subsistem manajemen model terdiri atas perancangan metode ANP dan metode TOPSIS. Diagram alir metode ANP-TOPSIS ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Diagram Alir metode ANP-TOPSIS

HASIL & PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan sistem pendukung keputusan penentuan jenis ikan air tawar ditunjukkan dengan menjabarkan manajemen model yang terdiri atas perancangan metode ANP-TOPSIS dan perhitungan manualnya dalam memberikan hasil keputusan penentuan jenis ikan air tawar.

Berikut ini perhitungan manual metode bedasarkan diagram alir pada **Gambar 2**.



Perhitungan dengan metode ANP

1. Membentuk matriks perbandingan berpasangan.
Matriks kriteria perbandingan berpasangan dibentuk dengan rumus (Saaty, 1999):

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_2 & w_1/w_2 & w_1/w_3 \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 \\ \dots & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (Pers.1)$$

Tabel 10. Matriks Kriteria Perbandingan berpasangan C1

	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C2	3/3	2/1	1/2	1/5	1/3	1/3
C3	1/2	3/3	1/3	1/2	1/3	1/3
C4	2/1	3/1	7/7	2/1	2/1	2/1
C5	5/1	3/1	1/2	5/5	2/1	2/1
C6	3/1	3/1	1/2	1/2	3/3	1
C7	3/1	3/1	1/2	1/2	3/3	3/3

2. Menormalisasi matriks perbandingan berpasangan
Normalisasi dihitung dengan rumus (Hsu, et al., 2012):

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

Keterangan:

a_{ij} = Nilai matriks baris ke-i kolom ke-j
n = ordo matriks

Perhitungan normalisasi kriteria C1 mengacu pada **Tabel 2** untuk baris 1 kolom 1 dapat dihitung:

$$C1_{11} = 1 + 0,5 + 2 + 5 + 3 + 3 = 14,5$$

$$C1_{11} = 1/14,5$$

$$C1_{11} = 0,0690$$

Tabel 11. Matriks Kriteria Perbandingan berpasangan C1 Ternormalisasi

	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C2	0,0690	0,1333	0,1500	0,0441	0,0500	0,0500
C3	0,0345	0,0667	0,1000	0,0735	0,0500	0,0500
C4	0,1379	0,2000	0,3000	0,4412	0,3000	0,3000
C5	0,3448	0,2000	0,1500	0,2206	0,3000	0,3000
C6	0,2069	0,2000	0,1500	0,1103	0,1500	0,1500
C7	0,2069	0,2000	0,1500	0,1103	0,1500	0,1500

3. Menghitung bobot elemen

Bobot elemen (eigen vektor) dihitung dengan rumus (Xu & Chan, 2013):

$$eigenvektor(E.V) = \frac{1}{jtotal} \begin{bmatrix} j_i \\ \dots \\ j_n \end{bmatrix} \quad (Pers.3)$$

Keterangan :

J_i = nilai matriks baris ke-i

J_n = nilai total ordo Matriks

Hasil perhitungan eigen vektor C1 untuk baris pertama adalah sebagai berikut:

$$E.V_1 = \frac{0,069+0,1333+0,15+0,0441+0,05+0,05}{1+1+1+1+1+1} = 0,4964/6 = 0,0827$$

Tabel 12. Eigen Vektor Matriks Perbandingan berpasangan C1

Eigen Vektor C1
0,0827
0,0624
0,2799
0,2526
0,1612
0,1612

4. Menghitung Rasio Konsistensi

Rasio konsistensi yang dihitung ada tiga yaitu lamda max (λ_{max}), indeks konsistensi (CI) dan rasio konsistensi (CR) (Saaty & Vargas, 2006).

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n E.V * n \quad (Pers.4)$$

Keterangan:

λ = nilai eigenvalue

λ_{max} = nilai eigenvalue terbesar

n = ordo matriks

Perhitungan lamda max mengacu pada **Tabel 3** untuk matriks perbandingan C1:

$$\lambda_{max} C1 = (6 * 0,827) + (6 * 0,062) + (6 * 0,2799) + (6 * 0,2526) + (6 * 0,1612) + (6 * 0,1612)$$

$$\lambda_{max} C1 = 6,0000$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (Pers.5)$$

Keterangan :

CI = Indeks konsistensi

n = ordo matriks

Contoh perhitungan CI untuk matriks perbandingan C1 adalah sebagai berikut :

$$CI = \frac{6-6}{6-1} \quad (Pers.6)$$

$$CI = 0$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (Pers.7)$$

Keterangan :

CR = rasio konsistensi, RI = Random Index



Tabel 13. Random Index

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Sesuai dengan ketentuan pada **Tabel 13** maka nilai matriks RI untuk matriks ordo 6x6 adalah 1.24 sehingga perhitungan CR untuk matriks perbandingan C1 adalah sebagai berikut:

$$CR = \frac{0}{1.24}$$

$$CR = 0$$

Jika CR yang didapat hasilnya kurang dari 0,1 maka nilai bobot kepentingan yang didapat sudah sesuai dan dapat dilanjutkan ke langkah berikutnya.

5. Membentuk Unweighted Supermatriks

Unweighted Supermatriks Dibentuk dengan memasukkan setiap nilai Eigen Vektor ke masing-masing kriteria sesuai dengan selnya (Saaty & Vargas, 2006). Hasil pembentukan Unweighted Supermatriks ditunjukkan pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Unweighted Supermatriks

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,0000	0,0745	0,0624	0,0829	0,0939	0,0842	0,0842
C2	0,0827	0,0000	0,0708	0,0829	0,1027	0,0929	0,0929
C3	0,0624	0,0630	0,0000	0,0668	0,0669	0,0647	0,0647
C4	0,2799	0,2918	0,2792	0,0000	0,2969	0,2863	0,2863
C5	0,2526	0,2502	0,2705	0,3535	0,0000	0,2854	0,2854
C6	0,1612	0,1603	0,1585	0,2069	0,2198	0,0000	0,1865
C7	0,1612	0,1603	0,1585	0,2069	0,2198	0,1865	0,0000

6. Membentuk Unweighted Supermatriks

Pembentukan Weighted Supermatriks dilakukan dengan menjumlahkan tiap kolom matriks Unweighted harus bernilai 1. Jika sudah bernilai 1 artinya matriks Unweighted sudah ternormalisasi. Setiap nilai Eigen Vektor ke masing-masing kriteria sesuai dengan selnya (Saaty & Vargas, 2006). Hasil pembentukan Unweighted Supermatriks ditunjukkan pada **Tabel 15**.

Tabel 15. Limited Supermatrix

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,0000	0,0745	0,0624	0,0829	0,0939	0,0842	0,0842
C2	0,0827	0,0000	0,0708	0,0829	0,1027	0,0929	0,0929
C3	0,0624	0,0630	0,0000	0,0668	0,0669	0,0647	0,0647
C4	0,2799	0,2918	0,2792	0,0000	0,2969	0,2863	0,2863
C5	0,2526	0,2502	0,2705	0,3535	0,0000	0,2854	0,2854
C6	0,1612	0,1603	0,1585	0,2069	0,2198	0,0000	0,1865
C7	0,1612	0,1603	0,1585	0,2069	0,2198	0,1865	0,0000
Jumlah	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

7. Membentuk Limited Supermatriks

Limited Supermatriks diperoleh dengan memangkatkan Weighted matriks hingga masing-masing kolom bernilai sama. Hasil kolom yang masing-masing baris nya bernilai sama merupakan Supermatriks akhir yang disebut Limited Supermatriks. Matriks inilah yang akan digunakan sebagai bobot akhir ANP dengan mengambil 1 kolom

pada Supermatriks tersebut (Saaty & Vargas, 2006). Hasil Limited Supermatriks ditunjukkan pada **Tabel 16**:

Tabel 16. Limited Supermatrix

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,0775	0,0775	0,0775	0,0775	0,0775	0,0775	0,0775
C2	0,0831	0,0831	0,0831	0,0831	0,0831	0,0831	0,0831
C3	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614
C4	0,2241	0,2241	0,2241	0,2241	0,2241	0,2241	0,2241
C5	0,2289	0,2289	0,2289	0,2288	0,2290	0,2289	0,2289
C6	0,1625	0,1625	0,1625	0,1626	0,1625	0,1625	0,1625
C7	0,1625	0,1625	0,1625	0,1626	0,1625	0,1625	0,1625

Berdasarkan tabel Limited Supermatrix, maka diambil salah satu kolom(semua kolom bernilai sama) sebagai bobot akhir. Bobot akhir ANP ditunjukkan pada **Tabel 17**.

Tabel 17. Bobot Akhir ANP

Kriteria	BOBOT AKHIR
C1	0,0775
C2	0,0831
C3	0,0614
C4	0,2241
C5	0,2289
C6	0,1625
C7	0,1625

Perhitungan dengan Metode TOPSIS

Pembentukan matriks penilaian alternatif berdasarkan pembobotan atau konversi nilai kepentingan antara kriteria dan alternatif yang didapat dari hasil wawancara dengan pihak UPTD Balai Pembibitan Ternak dan Pembenihan Ikan (BPTPI) Kabupaten Nganjuk dan Dinas Peternakan dan Perikanan Daerah Kabupaten Nganjuk. Matriks penilaian alternatif ditunjukkan pada **Tabel 17**.

Tabel 17. Matriks Penilaian Alternatif

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	4	4	3	4	3	3	3
A2	4	4	3	4	3	3	3
A3	4	4	3	2	4	3	3
A4	4	4	3	2	4	3	3
A5	4	4	3	2	3	3	3
A6	4	4	3	2	3	3	3
A7	4	4	3	2	3	3	3
A8	1	3	4	4	2	3	4
A9	4	2	2	2	4	4	3
A10	4	2	2	4	4	4	3
A11	4	2	2	2	4	4	3
A12	4	2	2	4	4	4	3
A13	4	2	2	2	4	4	3



A14	4	2	2	2	2	4	2
A15	4	3	3	4	3	3	3
A16	4	3	3	2	3	3	3
A17	4	3	3	2	3	3	3
A18	3	3	3	2	2	3	3
A19	4	3	3	2	3	3	3
A20	3	3	3	2	2	3	3
A21	4	3	3	2	3	3	3
A22	2	3	4	4	2	3	3
A23	2	3	4	4	2	3	3
A24	2	3	4	2	2	3	3
A25	2	3	4	2	3	3	3
A26	3	3	4	4	2	4	2
A27	4	3	3	4	3	3	2
A28	4	3	3	3	4	3	2
A29	4	3	3	3	4	3	2
A30	2	3	4	2	2	2	4

Tabel 18. Normalisasi Matriks Penilaian Alternatif

Alternatif/ Kriteria	Normalisasi Matriks Penilaian Alternatif						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0,2041	0,2353	0,1765	0,2530	0,1768	0,1693	0,1864
A2	0,2041	0,2353	0,1765	0,2530	0,1768	0,1693	0,1864
A3	0,2041	0,2353	0,1765	0,1265	0,2357	0,1693	0,1864
A4	0,2041	0,2353	0,1765	0,1265	0,2357	0,1693	0,1864
A5	0,2041	0,2353	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A6	0,2041	0,2353	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A7	0,2041	0,2353	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A8	0,0510	0,1765	0,2353	0,2530	0,1179	0,1693	0,2485
A9	0,2041	0,1176	0,1176	0,1265	0,2357	0,2257	0,1864
A10	0,2041	0,1176	0,1176	0,2530	0,2357	0,2257	0,1864
A11	0,2041	0,1176	0,1176	0,1265	0,2357	0,2257	0,1864
A12	0,2041	0,1176	0,1176	0,2530	0,2357	0,2257	0,1864
A13	0,2041	0,1176	0,1176	0,1265	0,2357	0,2257	0,1864
A14	0,2041	0,1176	0,1176	0,1265	0,1179	0,2257	0,1243
A15	0,2041	0,1765	0,1765	0,2530	0,1768	0,1693	0,1864
A16	0,2041	0,1765	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A17	0,2041	0,1765	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A18	0,1531	0,1765	0,1765	0,1265	0,1179	0,1693	0,1864
A19	0,2041	0,1765	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A20	0,1531	0,1765	0,1765	0,1265	0,1179	0,1693	0,1864
A21	0,2041	0,1765	0,1765	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A22	0,1021	0,1765	0,2353	0,2530	0,1179	0,1693	0,1864
A23	0,1021	0,1765	0,2353	0,2530	0,1179	0,1693	0,1864
A24	0,1021	0,1765	0,2353	0,1265	0,1179	0,1693	0,1864
A25	0,1021	0,1765	0,2353	0,1265	0,1768	0,1693	0,1864
A26	0,1531	0,1765	0,2353	0,2530	0,1179	0,2257	0,1243
A27	0,2041	0,1765	0,1765	0,2530	0,1768	0,1693	0,1243
A28	0,2041	0,1765	0,1765	0,1897	0,2357	0,1693	0,1243
A29	0,2041	0,1765	0,1765	0,1897	0,2357	0,1693	0,1243
A30	0,1021	0,1765	0,2353	0,1265	0,1179	0,1129	0,2485

1. Menormalisasi matriks penilaian alternatif

Normalisasi matriks penilaian alternatif dapat dihitung dari pembagian nilai matriks penilaian alternatif i kriteria j dengan akar dari jumlah kuadrat seluruh alternatif pada kriteria j (Bhutia & Phipon, 2012). Persamaan normalisasi matriks penilaian alternatif ditunjukkan pada persamaan 8.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (\text{Pers. 8})$$

Keterangan,

x : Nilai alternatif terhadap kriteria

r : Nilai normalisasi tiap alternatif

i, j : Baris 1, 2,...,n , Kolom 1, 2,...,n

Perhitungan normalisasi matriks penilaian alternatif berdasarkan matriks penilaian alternatif pada pada **Tabel 17**. Contoh perhitungan normalisasi matriks penilaian alternatif dari alternatif A1 untuk kriteria C1:

$$r_{1,1} = \frac{4}{\sqrt{(4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 1^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2)}}$$

$$r_{1,1} = 0,2041$$

Hasil normalisasi matriks penilaian alternatif ditunjukkan pada **Tabel 18**.

2. Menghitung normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot

Normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot dapat dihitung dengan cara mengkalikan bobot prioritas hasil perhitungan metode ANP dengan seluruh alternatif pada normalisasi matriks penilaian alternatif (Bhutia & Phipon, 2012). Persamaan normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot ditunjukkan pada persamaan 9.

$$y_{ij} = W_i \cdot r_{ij} \quad (\text{Pers. 9})$$

Keterangan:

- y : Elemen ternormalisasi.
- r : Nilai matriks penilaian alternatif
- W_i : Bobot Prioritas dari kriteria i
- i, j : Baris 1, 2,...,n , Kolom 1, 2,...,n

Perhitungan normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot dilakukan dengan cara mengkalikan bobot akhir ANP pada **Tabel 16** dengan hasil normalisasi matriks penilaian alternatif pada Tabel 18. Contoh perhitungan normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot dari alternatif A1 untuk kriteria C1 dan kriteria C2 adalah sebagai berikut:

$$y_{1,1} = 0,0775 \times 0,2041 = 0,0158$$

$$y_{1,2} = 0,0831 \times 0,2353 = 0,0195$$

Hasil normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot ditunjukkan pada **Tabel 19**.

Tabel 19. Normalisasi Matriks Penilaian Alternatif Terbobot

Alternatif/ Kriteria	Normalisasi Matriks Penilaian Alternatif Terbobot						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0,0158	0,0195	0,0108	0,0567	0,0405	0,0275	0,0303
A2	0,0158	0,0195	0,0108	0,0567	0,0405	0,0275	0,0303
A3	0,0158	0,0195	0,0108	0,0283	0,0540	0,0275	0,0303
A4	0,0158	0,0195	0,0108	0,0283	0,0540	0,0275	0,0303
A5	0,0158	0,0195	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A6	0,0158	0,0195	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A7	0,0158	0,0195	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A8	0,0040	0,0147	0,0144	0,0567	0,0270	0,0275	0,0404
A9	0,0158	0,0098	0,0072	0,0283	0,0540	0,0367	0,0303
A10	0,0158	0,0098	0,0072	0,0567	0,0540	0,0367	0,0303
A11	0,0158	0,0098	0,0072	0,0283	0,0540	0,0367	0,0303
A12	0,0158	0,0098	0,0072	0,0567	0,0540	0,0367	0,0303
A13	0,0158	0,0098	0,0072	0,0283	0,0540	0,0367	0,0303
A14	0,0158	0,0098	0,0072	0,0283	0,0270	0,0367	0,0202
A15	0,0158	0,0147	0,0108	0,0567	0,0405	0,0275	0,0303
A16	0,0158	0,0147	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A17	0,0158	0,0147	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A18	0,0119	0,0147	0,0108	0,0283	0,0270	0,0275	0,0303
A19	0,0158	0,0147	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A20	0,0119	0,0147	0,0108	0,0283	0,0270	0,0275	0,0303
A21	0,0158	0,0147	0,0108	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A22	0,0079	0,0147	0,0144	0,0567	0,0270	0,0275	0,0303
A23	0,0079	0,0147	0,0144	0,0567	0,0270	0,0275	0,0303
A24	0,0079	0,0147	0,0144	0,0283	0,0270	0,0275	0,0303
A25	0,0079	0,0147	0,0144	0,0283	0,0405	0,0275	0,0303
A26	0,0119	0,0147	0,0144	0,0567	0,0270	0,0367	0,0202

A27	0,0158	0,0147	0,0108	0,0567	0,0405	0,0275	0,0202
A28	0,0158	0,0147	0,0108	0,0425	0,0540	0,0275	0,0202
A29	0,0158	0,0147	0,0108	0,0425	0,0540	0,0275	0,0202
A30	0,0079	0,0147	0,0144	0,0283	0,0270	0,0183	0,0404

3. Menghitung solusi ideal

Solusi ideal positif dihitung dengan cara mencari nilai tertinggi dari normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot. Namun, untuk kriteria yang bersifat *cost* atau biaya mendapat nilai minimum, sedangkan kriteria yang bersifat *benefit* atau manfaat mendapat nilai maksimum (Bhutia & Phipon, 2012). Perhitungan solusi ideal positif ditunjukkan pada persamaan 10.

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_j^+) \quad (\text{Pers.10})$$

Keterangan:

y_j^+ : Max y_{ij} , jika j adalah atribut keuntungan

Min y_{ij} , jika j adalah atribut biaya

A^+ : Solusi ideal positif

Sedangkan solusi ideal negatif dihitung dengan mencari nilai terendah dari normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot. Namun, untuk kriteria yang bersifat *cost* atau biaya mendapat nilai maksimum, sedangkan kriteria yang bersifat *benefit* atau manfaat mendapat nilai minimum. Perhitungan solusi ideal negatif ditunjukkan pada persamaan 11.

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_j^-) \quad (\text{Pers.11})$$

Keterangan,

y_j^- : Min y_{ij} , jika j adalah atribut keuntungan

Max y_{ij} , jika j adalah atribut biaya

A^- : Solusi ideal negatif

Perhitungan solusi ideal positif berdasarkan normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot pada **Tabel 19**. Pada penelitian ini terdapat 3 kriteria biaya yaitu kriteria C1, C2 dan C3, sehingga ketiga kriteria tersebut mendapat nilai minimum. Kriteria C1 mendapat nilai 0,0040 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C1 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C2 mendapat nilai 0,0098 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C2 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C3 mendapat nilai 0,0072 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C3 pada matriks penilaian alternatif terbobot.

Sedangkan kriteria C4, C5, C6 dan C7 merupakan kriteria manfaat sehingga ketiga kriteria tersebut mendapat nilai maksimum. Kriteria C4 mendapat nilai 0,0567 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C4 pada matriks penilaian

alternatif terbobot. Kriteria C5 mendapat nilai 0,0540 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C5 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C6 mendapat nilai 0,0367 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C6 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C7 mendapat nilai 0,0404 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C7 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Hasil perhitungan solusi ideal positif ditunjukkan pada **Tabel 20**.

Tabel 20. Solusi Ideal Positif

	Solusi Ideal Positif						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A+	0,0040	0,0098	0,0072	0,0567	0,0540	0,0367	0,0404

Perhitungan solusi ideal negatif juga berdasarkan normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot pada Tabel 19. Solusi ideal negatif merupakan kebalikan dari solusi ideal positif. 3 kriteria biaya yaitu kriteria C1, C2 dan C3 mendapatkan nilai maksimum. Kriteria C1 mendapat nilai 0,0158 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C1 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C2 mendapat nilai 0,0195 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C2 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C3 mendapat nilai 0,0144 karena nilai tersebut merupakan nilai maksimum kolom C3 pada matriks penilaian alternatif terbobot.

Sedangkan kriteria C4, C5, C6 dan C7 merupakan kriteria manfaat sehingga ketiga kriteria tersebut mendapat nilai minimum. Kriteria C4 mendapat nilai 0,0283 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C4 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C5 mendapat nilai 0,0270 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C5 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C6 mendapat nilai 0,0183 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C6 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Kriteria C7 mendapat nilai 0,0202 karena nilai tersebut merupakan nilai minimum kolom C7 pada matriks penilaian alternatif terbobot. Hasil perhitungan solusi ideal negatif ditunjukkan pada **Tabel 21**.

Tabel 21. Solusi Ideal Negatif

	Solusi Ideal Negatif						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A-	0,0158	0,0195	0,0144	0,0283	0,0270	0,0183	0,0202

- Menghitung jarak alternatif dari solusi ideal positif dan solusi ideal negatif

Jarak alternatif dari solusi ideal positif dapat dihitung dengan cara mengurangi solusi ideal positif dengan seluruh baris normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot. Kemudian dikuadratkan setiap proses pengurangan tersebut. Setelah itu, menjumlah setiap proses pengurangan yang telah dikuadratkan dan mengakarkan hasil penjumlahan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak dengan solusi ideal positif ditunjukkan pada persamaan 12.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (A^+ - y_{ij})^2} \quad (\text{Pers. 12})$$

Keterangan:

y_{ij} : Nilai seluruh kriteria dari alternatif ke i j pada matriks normalisasi terbobot

A^+ : Solusi ideal positif

D_i^+ : Jarak dengan solusi ideal positif

i : 1, 2, 3, ..., m

Sedangkan jarak alternatif dari solusi ideal negatif dapat dihitung dengan cara mengurangi seluruh baris normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot dengan solusi ideal negatif. Kemudian dikuadratkan setiap proses pengurangan tersebut. Setelah itu, menjumlah setiap proses pengurangan yang telah dikuadratkan dan mengakarkan hasil penjumlahan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak dengan solusi ideal negatif ditunjukkan pada persamaan 13.

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - A^-)^2} \quad (\text{Pers. 13})$$

Keterangan,

y_{ij} : Nilai seluruh kriteria dari alternatif ke i j pada matriks normalisasi terbobot

A^- : Solusi ideal negatif

D_i^- : Jarak dengan solusi ideal negatif

i : 1, 2, 3, ..., m

Jarak alternatif dari solusi ideal positif dapat dihitung dengan cara mengurangi solusi ideal positif pada **Tabel 20**. dengan seluruh baris normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot pada **Tabel 19**. Setelah itu, menjumlah setiap proses pengurangan yang telah dikuadratkan dan mengakarkan hasil penjumlahan. Contoh perhitungan jarak alternatif dari solusi ideal positif untuk alternatif A1:

$$D_{A1}^+ = \sqrt{(0,0040 - 0,0158)^2 + (0,0098 - 0,0195)^2 + (0,0072 - 0,0108)^2 + (0,0567 - 0,0567)^2 + (0,0540 - 0,0405)^2 + (0,0367 - 0,0275)^2 + (0,0404 - 0,0303)^2}$$

$$= 0,0248$$

Sedangkan jarak alternatif dari solusi ideal negatif dapat dihitung dengan cara mengurangi seluruh baris normalisasi matriks penilaian alternatif terbobot pada

Tabel 19 dengan solusi ideal negatif pada **Tabel 21**. Kemudian mengkuadratkan setiap proses pengurangan tersebut. Setelah itu, menjumlah setiap proses pengurangan yang telah dikuadratkan dan mengakarkan hasil penjumlahan (Bhutia & Phipon, 2012). Contoh perhitungan jarak alternatif dari solusi ideal negatif untuk alternatif A1 adalah:

$$D_{A1}^- = \sqrt{\begin{matrix} (0,0158 - 0,0158)^2 + (0,0195 - 0,0195)^2 + (0,0144 - 0,0108)^2 \\ + (0,0283 - 0,0567)^2 + (0,0270 - 0,0405)^2 + (0,0183 - 0,0275)^2 \\ + (0,0202 - 0,0303)^2 \end{matrix}}$$

= 0,0344

Hasil perhitungan jarak alternatif dari solusi ideal positif dan solusi ideal negatif ditunjukkan pada **Tabel 22**.

Tabel 22. Jarak Alternatif dari Solusi Ideal

Jarak Alternatif dari Solusi Ideal		
Alternatif	Jarak + (D+)	Jarak - (D-)
A1	0,0248	0,0344
A2	0,0248	0,0344
A3	0,0352	0,0304
A4	0,0352	0,0304
A5	0,0377	0,0195
A6	0,0377	0,0195
A7	0,0377	0,0195
A8	0,0298	0,0382
A9	0,0323	0,0362
A10	0,0156	0,0460
A11	0,0323	0,0362
A12	0,0156	0,0460
A13	0,0323	0,0362
A14	0,0456	0,0220
A15	0,0234	0,0348
A16	0,0367	0,0201
A17	0,0367	0,0201
A18	0,0426	0,0154
A19	0,0367	0,0201
A20	0,0426	0,0154
A21	0,0367	0,0201
A22	0,0317	0,0328
A23	0,0317	0,0328
A24	0,0425	0,0165
A25	0,0355	0,0213
A26	0,0357	0,0343
A27	0,0292	0,0333
A28	0,0295	0,0324

A29	0,0295	0,0324
A30	0,0443	0,0222

5. Menghitung nilai preferensi setiap alternatif

Nilai preferensi dapat dihitung dengan cara membagi jarak alternatif dari solusi ideal negatif dengan hasil penjumlahan dari jarak alternatif dari solusi ideal negatif dan jarak alternatif dari solusi ideal positif (Bhutia & Phipon, 2012). Perhitungan nilai preferensi ditunjukkan pada persamaan 14.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (\text{Pers. 14})$$

Keterangan,

i : 1,2,...,m

D_i^+ : Jarak dengan solusi ideal positif

D_i^- : Jarak dengan solusi ideal negatif

V_i : Nilai preferensi

Perhitungan nilai preferensi setiap alternatif mengacu pada **Tabel 22**. Contoh perhitungan nilai preferensi setiap alternatif untuk alternatif A1:

$$V_{A1} = \frac{0,0344}{0,0248 + 0,0344} = 0,5808$$

Hasil perhitungan nilai preferensi setiap alternatif ditunjukkan pada **Tabel 23**.

Tabel 23. Nilai Preferensi Setiap Alternatif

Data ke-	Alternatif	Preferensi (Vi)
1	A1	0,5808
2	A2	0,5808
3	A3	0,4638
4	A4	0,4638
5	A5	0,3412
6	A6	0,3412
7	A7	0,3412
8	A8	0,5619
9	A9	0,5285
10	A10	0,7471
11	A11	0,5285
12	A12	0,7471
13	A13	0,5285
14	A14	0,3254
15	A15	0,5981
16	A16	0,3540
17	A17	0,3540
18	A18	0,2660
19	A19	0,3540

20	A20	0,2660
21	A21	0,3540
22	A22	0,5085
23	A23	0,5085
24	A24	0,2796
25	A25	0,3749
26	A26	0,4903
27	A27	0,5327
28	A28	0,5234
29	A29	0,5234
30	A30	0,3344

5	23	A5	0,3412	Nilai Best
6	24	A6	0,3412	Nilai Gesit
7	25	A7	0,3412	Nilai Lokal
30	26	A30	0,3344	Baung
14	27	A14	0,3254	Lele Lokal
24	28	A24	0,2796	Patin Kunyit
18	29	A18	0,2660	Mas Taiwan
20	30	A20	0,2660	Mas Yamato

6. Merangking alternatif

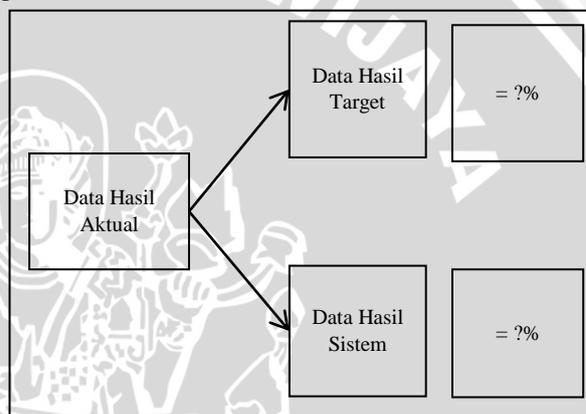
Perangkingan alternatif dilakukan untuk mengurutkan nilai preferensi terbesar sampai yang terkecil, sehingga dapat mempermudah dalam mengidentifikasi jenis ikan yang menguntungkan. Hasil perangkingan alternatif ditunjukkan pada Tabel 24.

Tabel 24. Urutan Preferensi

Urutan Preferensi				
Data ke-	Urutan ke-	Alternatif	Preferensi (Vi)	Jenis Ikan
10	1	A10	0,7471	Lele Paiton
12	2	A12	0,7471	Lele Dumbo
15	3	A15	0,5981	Mas Punten
1	4	A1	0,5808	Nilai Gift
2	5	A2	0,5808	Nilai Merah
8	6	A8	0,5619	Gurami
9	7	A27	0,5327	Tawes
11	8	A9	0,5285	Lele Phiton
28	9	A11	0,5285	Lele Sangkuriang
13	10	A13	0,5285	Lele Masamo
28	11	A28	0,5234	Mujair
29	12	A29	0,5234	Sepat Siam
22	13	A22	0,5085	Patin Siam
23	14	A23	0,5085	Patin Jambal
15	15	A26	0,4903	Bawal
2	16	A3	0,4638	Nilai Nirwana
4	17	A4	0,4638	Nilai Larasati
25	18	A25	0,3749	Patin Pasupati
16	19	A16	0,3540	Mas Majalaya
17	20	A17	0,3540	Mas Sinyonya
19	21	A19	0,3540	Mas Merah
21	22	A21	0,3540	Mas Lokal

PENGUJIAN AKURASI DAN ANALISIS

Pengujian akurasi bertujuan untuk melihat seberapa baik metode ANP-TOPSIS diimplementasikan terhadap penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran. Diagram pengujian akurasi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Perbandingan Data Target, Data Aktual, dan Hasil Perangkingan Sistem

Keterangan :

- Data target merupakan target produksi dan nilai produksi jenis ikan air tawar yang dikeluarkan oleh Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Nganjuk.
- Data hasil sistem merupakan data hasil perhitungan dari sistem pendukung keputusan.
- Data aktual merupakan data jumlah produksi dan nilai produksi yang diperoleh pada satu kali masa panen di Kabupaten Nganjuk.

Prosedur

Nilai batas bawah yang ditentukan oleh Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Nganjuk adalah 100.000 Kg untuk jumlah produksi dan Rp. 1.000.000.000 untuk nilai produksi dari seluruh wilayah Kabupaten Nganjuk dalam satu kali masa panen. Berdasarkan hal tersebut, maka akan diambil ikan air tawar yang memiliki target produksi lebih dari atau sama dengan 100.000 kg dan target nilai produksi lebih dari sama atau dengan Rp.



1.000.000.000 dari data target. Dari hasil penentuan diatas, terdapat 12 jenis ikan air tawar yang memenuhi syarat batas minimal jumlah produksi dan nilai produksi sehingga 12 jenis ikan tersebut akan digunakan sebagai objek pengujian akurasi. Data ikan air tawar yang memenuhi syarat minimal ditunjukkan pada **Tabel 25**.

Tabel 25. Data Ikan Air Tawar Berdasarkan Data Hasil Target

No	Jenis Ikan	Target Jumlah Produksi (Kg)	Target Nilai Produksi (Rp)
1	Lele Paiton	1.000.000	16.500.000.000
2	Lele Dumbo	1.000.000	16.500.000.000
3	Gurami	250.000	7.000.000.000
4	Nila Gift	150.000	2.625.000.000
5	Nila Merah	150.000	2.625.000.000
6	Mas Majalaya	125.000	2.000.000.000
7	Tawes	150.000	1.800.000.000
8	Nila Nirwana	100.000	1.750.000.000
9	Nila Best	100.000	1.750.000.000
10	Bawal	115.000	1.725.000.000
11	Mas Merah	105.000	1.680.000.000
12	Sepat Siam	105000	1.050.000.000

Dikarenakan jumlah ikan air tawar yang diambil berdasarkan data target berjumlah 12 jenis, maka data ikan air tawar yang diambil dari hasil perangkungan sistem juga sebanyak 12 jenis dengan ranking tertinggi. Data ikan air tawar yang diambil dari hasil perangkungan sistem ditunjukkan pada **Tabel 26**.

Tabel 26. Data Ikan Air Tawar Berdasarkan Perangkungan Sistem

Urutan ke-	Data ke-	Jenis Ikan	Vi
1	10	Lele Paiton	0,7471
2	12	Lele Dumbo	0,7471
3	15	Mas Puntun	0,5981
4	1	Nila Gift	0,5808
5	2	Nila Merah	0,5808
6	8	Gurami	0,5619
7	27	Tawes	0,5327
8	11	Lele Sangkuriang	0,5285
9	13	Lele Masamo	0,5285
10	9	Lele Phiton	0,5285
11	28	Mujair	0,5234
12	29	Sepat Siam	0,5234

Analisis

Analisis yang dilakukan adalah dengan melihat berapa banyak data yang cocok antara data ikan air tawar yang diambil berdasarkan data target dengan data aktual, dan hasil perangkungan sistem dengan data aktual. Data aktual yang menjadi pembanding dengan data target dan hasil perangkungan sistem ditunjukkan pada **Tabel 27**.

Tabel 27. Data Ikan Air Tawar Berdasarkan Data Hasil Aktual

No	Jenis Ikan	Jumlah Produksi (Kg)	Nilai Produksi (Rp)
1	Lele Paiton	1.005.540	16.591.410.000
2	Lele Dumbo	1.005.540	16.591.410.000
3	Gurami	255.250	7.147.000.000
4	Nila Gift	151.520	2.651.600.000
5	Nila Merah	151.520	2.651.600.000
6	Mas Puntun	160.244	2.563.904.000
7	Patin Jambal	116.248	1.859.968.000
8	Tawes	143.457	1.721.484.000
9	Lele Phiton	102.378	1.689.237.000
10	Lele Sangkuriang	102.378	1.689.237.000
11	Bawal	105.752	1.586.280.000
12	Mujair	102.245	1.533.675.000

Data aktual yang diambil tersebut adalah jenis-jenis ikan air tawar yang memiliki potensi menguntungkan. Selanjutnya data aktual pada **Tabel 27** dibandingkan dengan data target dan hasil perangkungan dari sistem. Hal ini dilakukan untuk mengetahui mana hasil yang lebih baik antara data target dengan hasil perangkungan sistem. Perbandingan antara data target dengan data aktual ditunjukkan pada **Tabel 28**.

Tabel 28. Perbandingan Data Target dengan Data Aktual

Urutan	Data Hasil Aktual	Data Hasil Target	Hasil	
			Sesuai	Tidak Sesuai
1	Lele Paiton	Lele Paiton	1	
2	Lele Dumbo	Lele Dumbo	1	
3	Gurami	Gurami	1	
4	Mas Puntun	Nila Gift	1	
5	Nila Gift	Nila Merah	1	
6	Nila Merah	Mas Majalaya		1
7	Tawes	Tawes	1	
8	Patin Jambal	Nila Nirwana		1
9	Bawal	Nila Best		1
10	Lele Phiton	Bawal	1	
11	Lele Sangkuriang	Mas Merah		1
12	Mujair	Sepat Siam		1
Jumlah			7	5

Pada **Tabel 28** menunjukkan bahwa jumlah data target yang cocok dengan data aktual berjumlah 7 jenis ikan air tawar. Berdasarkan hasil perbandingan

tersebut, maka kesesuaian hasil antara data hasil target dengan data hasil aktual dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{akurasi} = \frac{\text{jumlah data uji}-\text{jumlah data tidak sesuai}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

$$\text{akurasi} = \frac{12-7}{12} \times 100\% = 58,3333 \%$$

Sedangkan perbandingan antara hasil perangkingan sistem dengan data aktual ditunjukkan pada **Tabel 29**.

Tabel 29. Perbandingan Hasil Perangkingan Sistem dengan Data Aktual

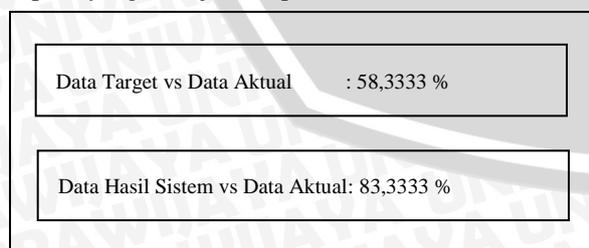
Urutan	Data Hasil Aktual	Data Hasil Sistem	Hasil	
			Sesuai	Tidak Sesuai
1	Lele Paiton	Lele Paiton	1	
2	Lele Dumbo	Lele Dumbo	1	
3	Gurami	Mas Punten	1	
4	Mas Punten	Nila Gift	1	
5	Nila Gift	Nila Merah	1	
6	Nila Merah	Gurami	1	
7	Tawes	Tawes	1	
8	Patin Jambal	Lele Sangkuriang	1	
9	Bawal	Lele Masamo		1
10	Lele Phiton	Lele Phiton	1	
11	Lele Sangkuriang	Mujair	1	
12	Mujair	Sepat Siam		1
Jumlah			10	2

Pada **Tabel 29** menunjukkan bahwa jumlah hasil perangkingan sistem yang cocok dengan data aktual berjumlah 10 jenis ikan air tawar. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, maka kesesuaian hasil antara hasil perangkingan sistem dengan data aktual dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{akurasi} = \frac{\text{jumlah data uji}-\text{jumlah data tidak sesuai}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

$$\text{akurasi} = \frac{12-2}{12} \times 100\% = 83,3333\%$$

Berdasarkan kedua hasil perbandingan dan hasil perhitungan akurasi, maka dapat diambil kesimpulan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram Blok Hasil Pengujian Akurasi

Berdasarkan hasil kedua perhitungan tingkat akurasi diatas, menunjukkan bahwa perhitungan sistem lebih baik daripada data target yang diwacanakan oleh pihak Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Nganjuk.

Hal ini terjadi karena adanya perbedaan penggunaan bobot kriteria antara data target dengan perhitungan sistem. Pada SPK penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran, terdapat beberapa kriteria yang dianggap lebih penting daripada kriteria lainnya, misalnya permintaan pasar. Kriteria ini jauh lebih penting dibandingkan dengan kriteria-kriteria lain yang ada, sehingga harus memiliki bobot yang lebih dalam perhitungan dibandingkan kriteria lainnya. Oleh karena itu, perhitungan sistem menghasilkan akurasi yang lebih tinggi karena kriteria-kriteria yang ada memiliki bobot masing-masing sesuai dengan tingkat kepentingannya. Berbeda dengan data target yang semua kriterianya dianggap sama penting.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran menggunakan metode ANP-TOPSIS, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Penentuan jenis ikan air tawar untuk usaha pembesaran dapat diimplementasikan dengan menggunakan metode ANP-TOPSIS. Metode ANP digunakan untuk memberi bobot kepentingan terhadap setiap kriteria. Metode TOPSIS digunakan untuk melakukan perangkingan terhadap alternatif jenis ikan air tawar yang memiliki potensi menguntungkan untuk dijadikan usaha pembesaran.

Hasil pengujian akurasi didapatkan bahwa tingkat akurasi antara hasil berdasarkan data target yang diwacanakan dengan data aktual sebesar 58,33%. Sedangkan tingkat akurasi antara hasil perangkingan sistem dengan data aktual sebesar 83,3333%. Hasil pengujian akurasi ini menunjukkan bahwa perhitungan sistem memberikan hasil yang lebih baik daripada data target yang diwacanakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami menyampaikan banyak terimakasih kepada pihak UPTD Balai Pembibitan Ternak dan Pembenihan Ikan (BPTPI) Kabupaten Nganjuk dan Dinas Peternakan dan Perikanan Daerah Kabupaten Nganjuk Timur atas kesediaan pihak tersebut untuk menyediakan data kebutuhan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, N. (2015). PEMILIHAN LOKASI SUMBER MATA AIR UNTUK PEMBANGUNAN JARINGAN AIR BERSIH PEDESAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE TOPSIS. *Seminar Nasional Teknik Sipil V* (hal. 321-329). Bandung: Pascasarjana Universitas Katolik Parahyangan.
- Al-Hawari, T., Mumani, A., & Momani, A. (2014). Application of the Analytic Network Process to facility layout selection. *Journal of Manufacturing Systems*, 488-497.

- Alidrisi, H. (2014). An ANP-based Multi Criteria Decision Making Model for Supplier Selection. *IEEE*, 585-588.
- Arie, U., & Dejee, D. (2013). *Panduan Lengkap Benih Ikan Konsumsi* (2nd ed.). Jakarta: Penebar Swadaya.
- Arviyanto, A., Sari, D. P., & Olivia, G. (2014). Pemilihan Strategi Pemasaran Pada PT. Nyonya Meneer Dengan Menggunakan Pendekatan Metode ANalytical network Process (ANP) dan Technique For order Preference By Similarity To An Ideal Solution. *J@TI Undip*, IX(1), 35-44.
- Beltran, P. A., Gonzales, F. C., Ferrando, J. P., & Rubio, A. P. (2013). An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process)-based multi-criteria decision approach for the selection of solar-thermal power plant investment projects. *Energy Elsevier Ltd*, 222-238.
- Bhulia, P. W., & Phipon, R. (2012). Application of AHP and TOPSIS Method for Supplier Selection Problem. *IOSR Journal of Engineering*, 2(10), 43-50.
- Chang, K. L., Liao, S. K., Tseng, T. W., & Liao, C. Y. (2015). An ANP based TOPSIS approach for Taiwanese service apartement location selection. *Asia Pacific Management Review* 20, 49-55.
- Chemweno, P., Pintelon, L., Horenbeek, A. V., & Muchiri, P. (2015). Development of a risk assesment selection metjodology for asset maintenance decision making: An analytic network process (ANP) approach. *Int. J. Prrduction Economics*, 663-676.
- Gencer, C., & Gurpinar, D. (2007). Analytic petwork process in supplier selection: A case study in an electronic firm. *Applied Mathematical Modelling* 31 *ScientDirect*, 2475-2486.
- Hsu, C.-H., Wang, F.-K., & Tzeng, G.-H. (2012). The best vendor selection for conducting the recycled material based on a hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR. *Resources, Conservation and Recycling*, 1(66), 95-111.
- Juliyanti, Irawan, M. I., & Mukhlash, I. (2011). Pemilihan Guru Berprestasi Menggunakan Metode AHP-TOPSIS. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 63-68.
- Jung, U., & Seo, D. (2010). An ANP approach for R&D project evaluation based on interdependencies between research objective and evaluation criteria. *Decision Support Systems* 49, 335-342.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2016). *Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia*. Dipetik Februari 5, 2016, dari <http://kkp.go.id/>
- Kunfa, Kunfa, Z., Jianmin, H., & Shouwei, L. (2010). A Measurement Model of Innovative Talents Basing on ANP-TOPSIS. *IEEE*, 1-3.
- Kurniawan, P. S. (2012). *Potensi Usaha Budidaya Ikan Air Tawar*. Dipetik 2 25, 2016, dari <http://alamtani.com/ikan-air-tawar.html>
- Kurniawati, D., Yulianto, H., & Widodo, K. H. (2013). Kriteria Pemilihan Pemasok Menggunakan Analytical Network Process. *Jurnal Teknik Industri*, 15(1), 25-32.
- Linda, D., & Rahardi, A. (2014). Pemanfaatan Metode Analytical Hierarchy Process Untuk Proses Pembimbing Akademik (Studi Kasus IBI Darmajaya). *Prosiding Seminar Bisnis & Teknologi* (hal. 686-700). Bandar Lampung - Indonesia: Lembaga Pengembangan Pembelajaran, Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat.
- Lumentut, H. B., & Hartati, S. (2015). Sistem Pendukung Keputusan untuk Memilih Budidaya Ikan Air Tawar Menggunakan AF-TOPSIS. *IJCCS*, 9(2), 197-206.
- Lumentut, H. B., & Hartati, S. (2015). Sistem Pendukung Keputusan untuk Memilih Budidaya Ikan Air Tawar Menggunakan AF-TOPSIS. *IJCCS*, 9(2), 197-206.
- Nedjati, A., & Izbirak, G. (2013). Evaluating the Intellectual Capital by ANP Method in a Dairy Company. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (hal. 136-144). Malaysia: Elsevier Ltd.
- Peiyue, L., Hui, Q., & Jianhua, W. (2010). Hydrochemical Formation Mechanisms and Quality Assessment of Groundwater with Improved TOPSIS Method in Pengyang County Northwest China. *E-Journal of Chemistry*, 8(3), 1164-1173.
- Perdana, N. G., & Widodo, T. (2013). Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Beasiswa Kepada Peserta Didik Baru Menggunakan Metode TOPSIS. *SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI TERAPAN 2013 (SEMANTIK 2013)*, (hal. 265-272). Semarang.
- Poetra, A. R., Mahmudy, W. F., & Indriati. (2015). Implementasi ANP dan TOPSIS Untuk Penentuan Promosi Jabatan Struktural. *Jurnal Skripsi*, 1-10.
- Pramudhita, A. N., Suyono, H., & Yudaningtyas, E. (2015). Penggunaan Algoritma Multi Criteria Decision making dengan metode TOPSIS dalam Penempatan Karyawan. *Jurnal EECCIS*, 9(1), 91-94.
- Priyandika, C., & Singgih, M. L. (2011). PENGAMBILAN KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DALAM PEMILIHAN VENDOR ALAT PELINDUNG DIRI (APD) DENGAN PENDEKATAN RISK MANAGEMENT DAN ANALYSIS NETWORK PROCESS (ANP). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII* (hal. 1-9). Surabaya: Program Studi MMT-ITS.
- Rustiwan, A. H., Destiani, D., & Ikhwana, A. (2012). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENYELEKSIAN CALON SISWA BARU DI SMA NEGERI 3 GARUT. *Jurnal Algoritma*, 9(21), 1-10.
- Saaty, T. L. (1999). Fundamentals of Analytic Network Process. *ISAHAP*, 1(12), 1-14.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2006). *Decision Making With Analytical Network Process* (2nd ed.). United States of America: Springer.
- Samant, R., Deshpande, S., & Jadhao, A. (2015). Survey on Multi Criteria Decision Making Methods. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(8), 7175-7178.

Saparinto, C. (2013). *Bisnis Ikan Konsumsi di Lahan Sempit* (1st ed.). Jakarta: Penebar Swadaya.

Sorumba, N. A., Ramadhan, R., & Aksara, L. M. (2015). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENEMPATAN LOKASI MESIN ATM MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL NETWORK PROCESS (ANP). *semanTIK*, 1(2), 77-86.

Wu, L.-Y., & Yang, Y.-Z. (2008). TOPSIS METHOD FOR GREEN VENDOR SELECTION IN COAL INDUSTRY GROUP. *Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics* (hal. 1721-1725). Henan, China: School of Energy Science & Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo.

Xu, P., & Chan, E. H. (2013). ANP model for sustainable Building Energy Efficiency Retrofit (BEER) using Energy Performance Contracting (EPC) for hotel buildings in China. *Habitat International*, 1(37), 104-112.

