

Penentuan Dalam Pemilihan Ekspedisi Menggunakan Metode *Analytic Processes Network* dan *Dynamic Programming*

Moch Fajar Ardiansyah^a, Indah A S Wulandari^b

^aDepartemen Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, email

^bDepartemen Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, indahapriliana@umsida.ac.id

Submitted: 04-03-2024, Reviewed: 16-03-2024, Accepted 28-04-2024
<https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i2.1327>

Abstract

An expedition or delivery service is a transportation equipment rental service to move goods or people. PT IPP is a company that operates in the field of product packaging printing. In the delivery process, errors often occur in the process of selecting the type of truck to be used. Based on data from July to November 2023, there were several errors in selecting transportation equipment (type of truck). These errors result in several products being delayed, the production process being hampered and can result in employees working overtime, so this research is aimed at selecting the type of transportation used according to the criteria. The criteria required range from weight capacity to product quantity capacity and the selection of expedition services that have the type of transportation equipment that suits the product cubication. Data processing uses the Analytic Network (ANP) method to recommend expedition services to be used in product delivery and the dynamic programming method to fulfill vehicle capacity. The results obtained are that the most dominant criterion is price with the highest percentage value of 24% and the most dominant alternative for selecting expedition services is Barokah Tani with the highest percentage value of 10%. The results of the dynamic programming method are that the largest value of $f_2(y)$ is for a truck with a capacity of 54m³ which can load two products, namely products C and B, while for product A you can use a truck with a capacity of 18m³.

Keywords: Analytic Network Proses, Dynamic Programming, Expedition services

Abstrak

Ekspedisi atau jasa pengiriman merupakan suatu jasa penyewaan alat transportasi guna memindahkan suatu barang atau manusia. PT IPP merupakan perusahaan yang bergerak dibidang printing kemasan produk, dalam proses pengiriman kerap terjadi kesalahan dalam proses pemilihan jenis truk yang akan digunakan. Berdasarkan data pada bulan juli sampai november 2023 terdapat beberapa kesalahan dalam pemilihan alat transportasi (jenis truk). Dari kesalahan tersebut mengakibatkan beberapa produk mengalami keterlambatan, proses produksi terhambat dan dapat mengakibatkan karyawan kerja lembur, maka penelitian ini ditujukan untuk melakukan pemilihan jenis alat transportasi yang digunakan sesuai dengan kriteria. kriteria yang dibutuhkan mulai kapasitas berat sampai kapasitas jumlah produk dan pemilihan jasa ekspedisi yang memiliki jenis alat transportasi yang sesuai kubikasi produk. Pengolahan data menggunakan metode Analytic Network (ANP) untuk merekomendasikan jasa ekspedisi yang akan digunakan dalam pengiriman produk dan metode dynamic programming untuk melakukan pemenuhan kapasitas kendaraan. Hasil yang didapat yaitu kriteria yang paling dominan adalah harga dengan nilai persentase tertinggi 24% dan alternatif pemilihan jasa ekspedisi yang paling dominan adalah Barokah Tani dengan nilai persentase tertinggi 10%. Hasil dari metode dynamic programming nilai dari $f_2(y)$ yang paling besar berada pada truk kapasitas 54m³ yang dapat memuat dua produk yaitu produk C dan B sedangkan untuk produk A dapat menggunakan truk berkapasitas 18m³. dengan hasil penelitian tersebut diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang saat ini terjadi, akan tetapi tidak menutup kemungkinan ada permasalahan baru yang lebih kompleks lagi seperti penambahan kriteria yang lebih terbaru dimasa yang akan datang karena kemajuan teknologi.

Keywords: Analytic Network Proses, Dynamic Programming, Jasa Ekspedisi

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



PENDAHULUAN

Dunia industri yang maju seperti saat ini, suatu proses haruslah cepat, tepat dan akurat. Sepertihalnya proses pengiriman produk. Proses pengiriman barang atau produk dan jasa kepada pembeli merupakan suatu bentuk pemasaran yang dirancang untuk mengoptimalkan distribusi produk dari produsen ke pembeli [1].

PT IPP merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *manufakture packaging* atau karton *box* atau lebih akrab dikalangan masyarakat disebut kardus. Perusahaan tersebut sudah berdiri sejak 6 tahun yang lalu sehingga banyak melakukan kerja sama dengan beberapa perusahaan yang membutuhkan produk yang berupa kemasan berbahan dasar karton atau lebih dikenal dengan

kardus. Fungsi utama dari kardus yaitu mengemas barang atau produk sebelum dikirimkan dipasaran [2]. Produk yang dihasilkan merupakan produk yang rentan terhadap kerusakan dari air maupun benturan, sedangkan ukuran dimensinya bervariasi tergantung pesanan konsumen, sehingga dibutuhkan suatu pengiriman yang sesuai dalam hal ini sesuai dengan ukuran atau dimensi dari produk tersebut. Selain itu, jika jenis truk yang datang tidak sesuai dengan yang diminta, maka perusahaan akan tetap menggunakan jenis truk tersebut untuk menghindari denda dari konsumen dan juga menjaga kepercayaan dari konsumen. Dalam proses pengiriman yang dilakukan oleh PT IPP sering mengalami keterhambatan yang diakibatkan dari proses pemilihan jasa ekspesi dan jenis truk yang akan digunakan untuk mengangkut produk tersebut sampai ke konsumen. Jika proses tersebut terus terjadi dapat menyebabkan penumpukan pada area gudang barang jadi karena produksi terus berlanjut sedangkan proses pengiriman terganggu. Dari keterlambatan pengiriman tersebut dapat mengakibatkan denda bagi pelanggan dan mengurangi kepercayaan dari pelanggan.

Dari rumusan masalah diatas dibutuhkan proses optimasi untuk pemilihan jasa ekspedisi. Optimasi merupakan suatu metode penyelesaian suatu masalah tertentu, dan proses penyelesaiannya dapat dilakukan dengan berbagai cara dalam bentuk teknik optimasi [3]. Hasil dari optimasi berupa solusi optimal dengan cara mempertimbangkan secara sistematis yang diberikan dengan mempertimbangkan kendala sumber daya dan alternatif penyesuaian biaya [4]. Tujuan pengoptimalan yang umum mencakup meminimalkan biaya, memaksimalkan keuntungan, menyederhanakan aktivitas produksi, dan meningkatkan efisiensi proses. Penentuan solusi terbaik memerlukan pertimbangan yang matang terhadap beberapa alternatif dan seringkali dibandingkan berdasarkan beberapa kriteria [5]. Pemilihan kriteria sama halnya dengan memilih vendor atau penyewa jasa dapat meringankan biaya penyewaan dan meningkatkan keuntungan dari perusahaan [6].

Berdasarkan pemaparan permasalahan diperoleh bagaimana cara menentukan jasa ekspedisi dengan cepat dan tepat yang kemudian disimulasikan proses pengiriman berdasarkan kuantiti produk. Maka dari itu dibutuhkan proses optimasi pemilihan jasa ekspedisi, Jasa ekspedisi merupakan suatu Perusahaan yang menerima jasa pengiriman barang melalui jalur darat, air maupun udara [7]. Dalam jalur darat pada aspek penentuan kapasitas truk berdasarkan kuantiti produk yang akan dikirim untuk menjaga produk sampai kepada konsumen tidak mengalami kerusakan dan untuk

menentukan kriteria dilakukan wawancara pada pihak yang bersangkutan di area gudang barang jadi. Untuk itu dibutuhkan suatu proses pengambilan keputusan berdasarkan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM ialah suatu cara dalam pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik berdasarkan kriteria [8]. Dalam kemajuannya terdapat beberapa cara dalam proses pengambilan keputusan seperti metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), *Analytical Network Process* (ANP) dan *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution* (TOPSIS) [9]. Setelah itu dilakukan suatu proses optimasi atau efisiensi dalam proses pemuatan barang kedalam truk, untuk itu diperlukan suatu metode simulasi pemuatan barang atau lebih dikenal dengan permasalahan knapsack. Program dinamis atau *dynamic programming* merupakan suatu cara matematis yang digunakan untuk mengambil keputusan dari beberapa serangkaian keputusan yang berkaitan. Yang bertujuan untuk memudahkan dalam penyelesaian optimasi yang karakteristik [10].

Dari beberapa penelitian terdahulu salah satunya diperoleh bahwasannya metode ANP dapat digunakan dalam proses pemilihan jasa ekspedisi berdasarkan perbandingan berpasangan antar kriteria yang diolah dalam suatu aplikasi [11] aplikasi tersebut merupakan aplikasi *superdecision*. Aplikasi tersebut merupakan suatu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menentukan atau pengambilan keputusan berdasarkan metode ANP [12] Berdasarkan penelitian terdahulu juga diperoleh hasil bahwasannya metode *Analytical Network Process* (ANP) dapat digunakan untuk pemilihan jasa ekspedisi yang tepat berdasarkan kriteria dan dapat mengurangi keterlambatan pengiriman yang bisa menyebabkan *over cost* [13]. Pada penelitian terdahulu untuk memaksimalkan dari kerja karyawan operator sehingga dapat menekan biaya operasional sampai 49% menggunakan metode *dynamic programming* [14].

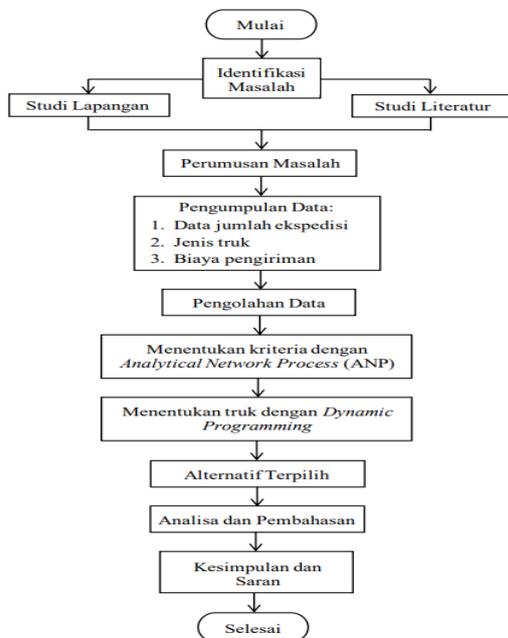
Oleh karena itu, tujuan penelitian ini menentukan pemilihan jasa ekspedisi menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP) dan *Dynamic Programming* berdasarkan kriteria yang kemudian disimulasikan dalam proses muat barang atau produk, sehingga barang atau produk yang akan diangkut dapat semaksimal mungkin.. Sehingga penelitian ini difokuskan pada jasa ekspedisi mana yang akan menjadi prioritas utama dalam proses pengiriman menggunakan metode ANP karena dalam metode ANP terdapat perbandingan berpasangan yang saling keterkaitan dari kriteria yang telah dipilih dan ditentukan. Dan untuk pemilihan jenis truk dipilihlah menggunakan metode *dynamic programming* yang dapat

memberikan opsi dalam penggunaan jenis truk dari produk yang akan dikirimkan. Pada penelitian berfokus pada optimasi biaya pemilihan jasa ekspedisi tanpa memperhitungkan waktu dalam proses pemilihan jasa ekspedisi.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa teknik dalam pengambilan data yang dilakukan peneliti. Teknik pengambilan data yang pertama yaitu menggunakan metode observasi yang dilakukan peneliti di area perusahaan khususnya pada area gudang barang jadi. Gudang barang jadi ialah suatu area untuk menyimpan barang yang telah selesai diproduksi dan siap untuk dikirim kepada konsumen [15]. Dari metode observasi kemudian dilanjutkan dengan metode wawancara kepada responden. Responden pada penelitian ini ialah SPV dari gudang barang jadi yang merupakan penanggung jawab dalam proses pengiriman berlangsung. Wawancara dilakukan guna mengetahui secara detail dari proses pengiriman karena dalam proses.

Alur penelitian ialah bentuk keseluruhan dari proses penelitian berupa gambar maupun bentuk yang lain [16]. Alur penelitian yang dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada gambar 1 diagram alir dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir

Dalam alur penelitian, dijelaskan serangkaian tahapan yang dijalani oleh peneliti dalam mengimplementasikan penelitian. Penelitian yang dilakukan pada PT IPP dimulai dari proses identifikasi permasalahan yang ada kemudian dilanjutkan merumuskan permasalahan, kemudian

dilanjutkan dengan proses pengumpulan data yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah didapatkan. Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *Analytical Network Process* ANP yang dimulai dengan melakukan penentuan kriteria yang dilakukan oleh SPV gudang barang jadi. Setelah diperoleh kriteria dilanjutkan dengan mengolah kriteria tersebut menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP) ialah cara untuk pengambilan keputusan yang sistematis dengan faktor-faktor yang saling terkait dan umpan balik menggunakan metode matematis. *Analytical Network Process* (ANP) ialah lanjutan dari *Analytical Network Process* (ANP) yang berdasar dari kriteria yang saling berkaitan. *Analytical Network Process* (ANP) dapat dilakukan untuk penurunan rasio yang berasal dari rasio orang yang berinteraksi dengan kriteria dan elemen yang berkenaan merupakan pencerminan dari pengukuran relatif [17]. pada awalnya proses *Analytical Network Process* (ANP) meliputi :

- 1.) Memilih elemen atau kriteria dan sub kriteria yang akan digunakan dengan ditentukan dari *study literatur* dan diskusi dengan para pakar [18].
- 2.) Memilih prioritas elemen yang meliputi:
 - a. Memilih prioritas dari hasil perbandingan berpasangan sesuai kriteria
 - b. Matriks perbandingan diberikan nilai berupa angka untuk mempresentasikan tingkat kepentingan dari suatu elemen dari elemen yang lain. Nilai matriks perbandingan dapat dilihat pada tabel dibawah [19]:

Tabel 1. Penilaian Tingkat Kepentingan

Nilai Kepentingan	Keterangan
1	Kedua kriteria sangat penting.
3	Kriteria satu sedikit lebih penting dari kriteria yang lain.
5	Kriteria satu lebih penting dari kriteria yang lain.
7	Kriteria satu sedikit pasti penting dari kriteria yang lain.
9	Kriteria satu pasti penting dari kriteria yang lain.
2, 4, 6, 8	Nilai antara beberapa nilai yang berdekatan [20].

Jika telah dilakukan suatu perbandingan dilanjutkan dengan penentuan vektor prioritas (*W/Eigenvektor*) [9]. Untuk memperoleh nilai *eigenvektor* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$X = \sum (W_{ij} / \sum W_j) / n \quad (1)$$

Sumber: [21], [22], [23]

Keterangan :

- X = *eigenvektor*
- W_{ij} = nilai sel kolom dalam satu baris
- $\sum W_j$ = jumlah total kolom
- N = jumlah matriks yang dibandingkan

3.) Rasio inkonsistensi

Rasio Inkonsistensi merupakan penilaian dari *expert* yang diberikan konsisten atau tidak. Rasio Inkonsistensi kurang dari atau sama 0,1 memiliki nilai *reliable* atau konsisten. Indeks Konsistensi (CI) dihitung dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Sumber: [9], [22], [23]

Rasio konsistensi didapatkan melalui perbandingan indeks konsistensi dengan nilai dari bilangan indeks konsistensi acak (RI), sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Sumber: [9], [22], [23]

Keterangan:

- λ_{max} = *Eigenvalue* Terbesar Matriks Perbandingan Berpasangan $n \times n$
- n = Jumlah Item yang Diperbandingkan
- CI = Indeks Konsistensi
- RI = *Random Consistency Inde*

4.) Menentukan nilai *supermatriks*

Supermatriks berisikan beberapa matriks, ada 3 jenis supermatriks yaitu:

- a. *Unweighted supermatriks*
Unweighted supermatriks dibuat melalui cara memasukan nilai *eigenvektor* dari matriks perbandingan berpasangan.
- b. *Weighted supermatriks*
Weighted supermatriks dibuat melalui tiap blok kriteria prioritas berdasarkan bobot dari matriks perbandingan berpasangan dengan cara mengalikan isi *unweighted supermatriks* dengan matriks perbandingan kriteria.

$$Ww = Tz \cdot W \quad (4)$$

Sumber: [24], [25], [26]

Keterangan:

- Ww = *weighted supermatrix*

Tz = matriks perbandingan

W = *unweighted supermatrix*

a. Limiting supermatriks

Limiting supermatriks dibuat dengan memberikan pangkat pada *weighted supermatriks* secara terus menerus sampai hasil sama besar dan menormalisasi limiting supermatriks dengan rumus:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k \quad (5)$$

Sumber: [24], [25], [26]

5.) Pemilihan alternatif terbaik

Melakukan pemilihan alternatif terbaik yang dilihat dari hasil perankingan. Setelah itu dapat dilakukan optimalisasi menggunakan metode DP. *Dynamic programming* ialah cara untuk memecah masalah dengan menguraikan solusi menjadi tahapan untuk mengetahui pemilihan yang saling [27]. *Dynamic programming* ialah cara matematis yang disusun untuk memperbaiki permasalahan dengan menguraikan masalah menjadi bagian yang lebih kecil maka hasil dalam perhitungan lebih mudah. *Dynamic programming* merupakan jawaban dari permasalahan yang bertahap dengan setiap tahap berisikan satu variabel optimasi. Setiap perhitungan dihubungkan melalui perhitungan rekursif untuk mendapatkan suatu pemecahan masalah yang optimal [28]. langkah dari algoritma *Dynamic programming* sebagai berikut:

- a. Memecah persoalan menjadi tahapan yang kecil dan saling berpasangan.
- b. Memecahkan masalah pertahap secara rekursif.
- c. Menyatukan pemecahan masalah untuk menyelesaikan masalah yang sesungguhnya [29].

Penerapan metode *Dynamic programming* ada berbagai macam dari pemilihan rute tercepat sampai pemaksimalan muat cargo, pada penerapan untuk penyelesaian kapasitas dapat menggunakan rumus sebagai berikut [30]:

$$\text{Max } \{f_3(x_3)\}$$

$$\text{Max } \{f_2(x_2) + [f_3]^*([kapasitas - x]_3)\}$$

$$\text{Max } \{f_1(x_1) + [f_2]^*([kapasitas - x]_1)\}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Kriteria

Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada SPV gudang barang jadi diperoleh kriteria yang akan digunakan dalam penggunaan metode ANP. Kriteria yang telah ditentukan atau dipilih oleh spv gudang barang jadi dapat dilihat pada tabel 2.

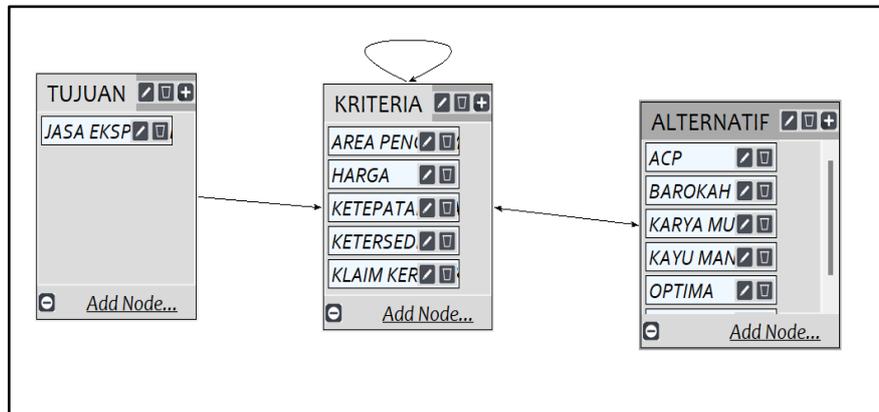
Tabel 2. Kriteria Perbandingan Berpasangan

No	Kriteria	Sumber
1	Biaya pengiriman	[17], [31], [32]
2	Area pengiriman	Kepala gudang PT. IPP

3	Kelengkapan jenis kendaraan	Kepala gudang PT. IPP
4	Klaim kerusakan	[33]
5	Ketepatan waktu	[9]

Dari tabel 2 diatas yang diperoleh dari hasil wawancara terhadap SPV gudang barang jadi

yang kemudian dikonstruksikan kedalam model permasalahan ANP yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Struktur Hirarki ANP

Setelah bentuk hierarki telah dibentuk, dilanjutkan dengan proses perhitungan menggunakan metode ANP untuk memperoleh bobot dari setiap kriteria dan alternatif, perhitungan yang dilakukan pada metode ANP meliputi penilaian perbandingan berpasangan, mencari nilai *eigen vektor*, kemudian mencari nilai konsistensi ratio, nilai dari konsistensi ratio memiliki batas $\leq 0,1$. Jika pengolahan data tersebut memiliki nilai lebih dari $\leq 0,1$ maka data perbandingan berpasangan tidak konsisten untuk itu dibutuhkan data yang memiliki nilai

perhitungan konsistensi ratio harus dibawah $\leq 0,1$ supaya data tersebut dikatan valid. Jika dari perhitungan dari setiap perbandingan sudah valid kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *unweight super matrix*, *weight supermatrix*, dan *limitid supermatrix*.

B. Perhitungan perbandingan berpasangan

Sebelum dilakukan pengolahan atau perhitungan menggunakan metode ANP, dilakukan proses penilaian pembobotan berpasangan antar kriteria yang telah direkap seperti tabel berikut.

Tabel 3. Tabel Penilaian Pembobotan Berpasangan Antar Kriteria

Pertanyaan Ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tujuan – Kriteria	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2					
ACP – Kriteria	3	3	5	5	2	3	3	3	3	1/3					
Barokah Tani – Kriteria	5	3	5	5	1/3	1/3	3	2	3	3					
Karya Multi – Kriteria	3	2	5	7	2	5	3	3	3	2					
Kayu Manis – Kriteria	5	5	7	7	2	3	3	2	2	2					
Optima – Kriteria	1/5	1/3	3	5	2	7	7	2	7	3					
Suber Miduk - Kriteria	3	3	3	3	2	2	3	1	3	2					
Harga – Alternatif	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	3	5	3	5	3	2	3	1/3	3	2
Ketersediaan Unit – Alternatif	5	2	3	2	3	1/3	1/3	1/5	1/3	3	3	3	1/3	3	2
Area Pengiriman – Alternatif	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	3	3	3	5	3	3	2	2	3	2
Ketepatan Waktu – Alternatif	1/5	1/3	1/3	1/3	2	2	3	3	9	3	3	3	3	2	5
Klaim Kerusakan – Alternatif	1/5	1/3	1/3	1/3	2	2	3	3	5	3	3	3	2	5	7
Harga – Kriteria	2	3	5	3	3	2									
Area Pengiriman – Kriteria	5														
Ketepatan Waktu – Kriteria	3														

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan matrix perbandingan berpasangan untuk mencari nilai *eigen* atau *eigen vektor* seperti tabel berikut.

Tabel 4. Tabel Matriks Perbandingan Jenis Ekspedisi Terhadap Kriteria

Kriteria	Harga	Ketersediaan	Area	Ketepatan Waktu	Klaim kerusakan
Harga	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Ketersediaan Unit	0.50	1.00	3.00	2.00	3.00
Area Pengiriman	0.33	0.33	1.00	3.00	2.00
Ketepatan Waktu	0.33	0.50	0.33	1.00	2.00
Klaim Kerusakan	0.33	0.33	0.50	0.50	1.00
Jumlah	2.50	4.17	7.83	9.50	11

Dari matriks perbandingan berpasangan pada tabel, kemudian dilakukan normalisasi hasil untuk mencari nilai *eigen*. Hasil normalisasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Tabel Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Harga	Ketersediaan	Area	Ketepatan Waktu	Klaim Kerusakan	Nilai Eigen
Harga	0.40	0.48	0.38	0.32	0.27	0.370
Ketersediaan Unit	0.20	0.24	0.38	0.21	0.27	0.261
Area Pengiriman	0.13	0.08	0.13	0.32	0.18	0.168
Ketepatan Waktu	0.13	0.12	0.04	0.11	0.18	0.177
Klaim Kerusakan	0.13	0.08	0.06	0.05	0.09	0.084

Setelah diperoleh nilai normalisasi dan nilai *eigen* kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai λ_{max} , CI, dan CR.

$$\text{Nilai } \lambda_{max} = \frac{(2,50 \times 0,370) + (4,17 \times 0,261) + (7,83 \times 0,168) + (9,50 \times 0,177) + (11 \times 0,084)}{5,36 - 5} = 5,36$$

$$\text{CI} = \frac{5,36 - 5}{(5 - 1)} = 0,09$$

$$\text{CR} = \frac{0,09}{1,12} = 0,08$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan nilai $\text{CR} < 0,1$, maka nilai perbandingan berpasangan dianggap konsisten. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data menggunakan *supermatrix*.

C. Hasil pengolahan nilai super matrix

Perhitungan supermatriks terdiri dari tiga tahapan yang pertama yaitu *unweight supermatriks*, kedua *weight supermatriks* dan yang ketiga *limited supermatriks* yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Tabel *Unweight Supermatrix*

	ACP	Barokah Tani	Karya Multi	Kayu Manis	Optima	Sumber Miduk	Harga	Keterse diaan unit	Area	Ketepat an Waktu	Klaim Kerusa kan	Jasa Ekspedi si
ACP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.312	0.042	0.064	0.065	0.000
Barokah Tani	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.398	0.047	0.376	0.375	0.350	0.000
Karya Multi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.214	0.251	0.230	0.236	0.242	0.000
Kayu Manis	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	0.121	0.149	0.151	0.162	0.000
Optima	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.174	0.181	0.124	0.128	0.134	0.000
Sumber Miduk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.071	0.088	0.080	0.047	0.047	0.000
Harga	0.451	0.485	0.434	0.566	0.146	0.410	0.000	0.000	0.833	0.750	0.000	0.261
Ketersediaan unit	0.220	0.100	0.246	0.181	0.472	0.224	0.471	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117
Area	0.170	0.210	0.178	0.116	0.254	0.151	0.297	0.000	0.000	0.250	0.000	0.370
Ketepatan Waktu	0.061	0.140	0.087	0.079	0.088	0.135	0.131	0.000	0.167	0.000	0.000	0.168
Klaim Kerusakan	0.099	0.065	0.055	0.058	0.039	0.080	0.101	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084
Jasa Ekspedisi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel 7. Tabel *Weight Supermatrix*

	ACP	Barokah Tani	Karya Multi	Kayu Manis	Optima	Sumber Miduk	Harga	Ketersediaan Unit	Area	Ketepatan Waktu	Klaim Kerusakan	Jasa Ekspedisi
ACP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.312	0.021	0.032	0.065	0.000
Barokah Tani	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.199	0.047	0.188	0.187	0.350	0.000
Karya Multi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107	0.251	0.115	0.118	0.242	0.000
Kayu Manis	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.121	0.074	0.075	0.162	0.000
Optima	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.181	0.062	0.064	0.134	0.000
Sumber Miduk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.088	0.040	0.023	0.047	0.000
Harga	0.451	0.485	0.434	0.566	0.146	0.410	0.000	0.000	0.417	0.375	0.000	0.261
Ketersediaan Unit	0.220	0.100	0.246	0.181	0.472	0.224	0.235	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117
Area	0.170	0.210	0.178	0.116	0.254	0.151	0.148	0.000	0.000	0.125	0.000	0.370
Ketepatan Waktu	0.061	0.140	0.087	0.079	0.088	0.135	0.066	0.000	0.083	0.000	0.000	0.168
Klaim kerusakan	0.099	0.065	0.055	0.058	0.039	0.080	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084
Jasa Ekspedisi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel 8. Tabel *Limited Supermatrix*

	ACP	Barokah Tani	Karya Multi	Kayu Manis	Optima	Sumber Miduk	Harga	Ketersediaan unit	Area	Ketepatan Waktu	Klaim Kerusakan	Jasa Ekspedisi
ACP	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058
Barokah Tani	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102
Karya Multi	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
Kayu Manis	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Optima	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
Sumber Miduk	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
Harga	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238
Ketersediaan unit	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147
Area	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118
Ketepatan Waktu	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
Klaim Kerusakan	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
Jasa Ekspedisi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Setelah diperoleh nilai *limited supermatrix* kemudian dapat dilakukan perankingan dari setiap

kriteria dan alternatif yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. Perankingan Setiap Kriteria dan Alternatif

Alternatif	Limited Supermatrix	Persentase	Kriteria	Limited Supermatrix	Persentase
Barokah Tani	0.10156	10%	Harga	0.23827	24%

Karya Multi	0.09263	9%	Ketersediaan Unit	0.14738	15%
Optima	0.06387	7%	Area Pengiriman	0.11761	12%
Acp	0.05782	6%	Ketepatan Waktu	0.06472	6%
Kayu Manis	0.04961	5%	Klaim Kerusakan	0.03717	4%
Sumber Miduk	0.02936	3%			

Berdasarkan gambar perangkingan dari *limited supermatrix* diperoleh jasa ekspedisi Barokah Tani menjadi rekomendasi pertama dengan nilai presentase 10%, jasa ekspedisi Karya Multi menjadi rekomendasi kedua dengan nilai presentase 9%, jasa ekspedisi OPTIMA menjadi rekomendasi ketiga dengan nilai presentase 7% dst. sedangkan untuk kriteria Harga menjadi rekomendasi pertama dengan nilai presentase 24%, Ketersediaan Unit menjadi rekomendasi kedua dengan nilai presentase 15%, Area Pengiriman menjadi rekomendasi ketiga dengan nilai presentase 12%, dst.

D. Dynamic programming

Metode *dynamic programming* digunakan untuk menentukan kapasitas maksimal dalam proses pemuatan kargo logistik. Apabila terdapat beberapa barang yang sudah diatur jumlah produk yang akan diantarkan, lalu akan dipilih kendaraan atau jenis truk yang akan digunakan dalam proses pengiriman tersebut secara maksimal. Untuk itu dilakukan proses pemilihan jenis truk berdasarkan jumlah produk yang dikirimkan berdasarkan kubikasi dari produk tersebut yang dapat dilihat pada 10 berdasarkan kapasitas dari jenis truk yang dapat dilihat pada tabel 11 seperti berikut.

Tabel 10. Contoh Kiriman Produk

Produk	Kubikasi (w)	Jumlah (p)
KOTAK MANUAL WAFFLE (A)	18 m ³	12.000
KOTAK TANGO (B)	20 m ³	26.000
MDS FOR ACTIVE CLEAN (C)	35 m ³	20.000

Tabel 11. Kapasitas Truk

Jenis truk	Ukuran truk	Kubikasi truk
COLT DIESEL ENKEL (CDE) BOX	4,59 x 1,69 x 2,12	16 m ³
COLT DIESEL DOUBEL (CDD) BOX	4,5 x 2 x 2	18 m ³
COLT DIESEL DOUBLE (CDL) BAK LONG	5,3 x 2 x 2,1	22 m ³
FUSO	7 x 2,5 x 2,6	45 m ³
TRONTON	9,4 x 2,2 x 2,3	47 m ³
WB	9,4 x 2,4 x 2,4	54 m ³

Setelah kedua data tersebut diketahui yang kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan metode DP seperti tabel berikut

Tabel 15. Perengkingan *Limited Supermatrix*

Alternatif	<i>Limited Supermatrix</i>	Persentase	Kriteria	<i>Limited Supermatrix</i>	Persentase
------------	----------------------------	------------	----------	----------------------------	------------

Tabel 12. Perhitungan Tahap Pertama

y	f ₀ (y)	p+f ₀ (y-w)	f ₁ (y)	x _{1,x₂,x₃}
16	0	-∞	0	(0,0,0)
18	0	12.000	12.000	(1,0,0)
22	0	12.000	12.000	(1,0,0)
45	0	12.000	12.000	(1,0,0)
47	0	12.000	12.000	(1,0,0)
54	0	12.000	12.000	(1,0,0)

Tabel 13. Perhitungan Tahap Kedua

y	f ₀ (y)	p+f ₀ (y-w)	f ₁ (y)	x _{1,x₂,x₃}
16	0	26.000 + (-∞) = (-∞)	0	(0,0,0)
18	12.000	26.000 + (-∞) = (-∞)	12.000	(1,0,0)
22	12.000	26.000 + 0 = 26.000	26.000	(1,0,0)
45	12.000	26.000 + 12.000 = 38.000	38.000	(1,1,0)
47	12.000	26.000 + 12.000 = 38.000	38.000	(1,1,0)
54	12.000	26.000 + 12.000 = 38.000	38.000	(1,1,0)

Tabel 14. Perhitungan Tahap Ketiga

y	f ₀ (y)	p+f ₀ (y-w)	f ₁ (y)	x _{1,x₂,x₃}
16	0	20.000 + (-∞) = (-∞)	0	(0,0,0)
18	12.000	20.000 + (-∞) = (-∞)	12.000	(1,0,0)
22	26.000	20.000 + (-∞) = (-∞)	26.000	(0,1,0)
45	38.000	20.000 + 0 = 20.000	38.000	(1,1,0)
47	38.000	20.000 + 0 = 20.000	38.000	(1,1,0)
54	38.000	20.000 + 26.000 = 46.000	46.000	(0,1,1)

Dari perhitungan tabel diatas diperoleh nilai dari f₂(y) yaitu berdasarkan jumlah barang yang dapat diangkut. Jumlah produk yang dapat diangkut pada kapasitas 16m³ yaitu 0 produk dan untuk kapasitas 18m³ produk yang dapat diangkut sebanyak 12.000 produk Kotak Manual Waffle, untuk kapasitas 22m³ produk yang dapat diangkut sebanyak 26.000 produk Kotak Tango (B) dan untuk kapasitas 45m³ dan 47m³ dapat memuat 38.000 produk dari 12.000 produk Kotak Manual Waffle (A) dan 26.000 produk Kotak Tango (B) dan untuk kapasitas 54m³ dapat memuat 46.000 produk dari 26.000 produk.

E. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdapat rekomendasi perbaikan dalam proses pemilihan jasa ekspedisi berdasarkan kriteria yang akan menentukan jasa ekspedisi mana yang paling diutamakan dalam hal ini dapat dilihat pada tabel 14 yang merupakan perengkingan dari nilai *limited supermatrix*.

Barokah Tani	0.10156	10%	Harga	0.23827	24%
Karya Multi	0.09263	9%	Ketersediaan Unit	0.14738	15%
Optima	0.06387	7%	Area Pengiriman	0.11761	12%
Acp	0.05782	6%	Ketepatan Waktu	0.06472	6%
Kayu Manis	0.04961	5%	Klaim Kerusakan	0.03717	4%
Sumber Miduk	0.02936	3%			

Dari rekomendasi jasa ekspedisi tersebut permasalahan selanjutnya yaitu proses pemaksimalan dalam pengiriman yang meliputi 3 aspek yang pertama kubikasi dari jumlah barang yang dikirimkan, barang yang dikirimkan, dan kapasitas dari truk yang digunakan dalam pengiriman barang tersebut. Untuk itu dilakukan pemaksimalan tersebut menggunakan metode *dynamic programmer* yang dapat dilihat pada tabel 16 dibawah

Tabel 16. Perhitungan Tahap Ketiga

y	$f_0(y)$	$p+f_0(y-w)$	$f_1(y)$	x_1, x_2, x_3
16	0	$20.000 + (-\infty) = (-\infty)$	0	(0,0,0)
18	12.000	$20.000 + (-\infty) = (-\infty)$	12.000	(1,0,0)
22	26.000	$20.000 + (-\infty) = (-\infty)$	26.000	(0,1,0)
45	38.000	$20.000 + 0 = 20.000$	38.000	(1,1,0)
47	38.000	$20.000 + 0 = 20.000$	38.000	(1,1,0)
54	38.000	$20.000 + 26.000 = 46.000$	46.000	(0,1,1)

Dari perhitungan tahap ketiga didapatkan nilai dari $f_2(y)$ atau jumlah barang yang dapat diangkut. Jumlah produk yang dapat diangkut pada kapasitas $16m^3$ yaitu 0 produk dan untuk kapasitas $18m^3$ produk yang dapat diangkut sebanyak 12.000 produk Kotak Manual Waffle, untuk kapasitas $22m^3$ produk yang dapat diangkut sebanyak 26.000 produk Kotak Tango (B) dan untuk kapasitas $45m^3$ dan $47m^3$ dapat memuat 38.000 produk dari 12.000 produk Kotak Manual Waffle (A) dan 26.000 produk Kotak Tango (B) dan untuk kapasitas $54m^3$ dapat memuat 46.000 produk dari 26.000 produk.

F. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini merekomendasikan perbaikan yaitu sebelum melakukan pengiriman lebih dulu menentukan jasa ekspedisi yang akan digunakan dan dalam penentuan jasa ekspedisi yang banyak tersebut alangkah baiknya jika ada salah satu atau tiga jasa ekspedisi yang menjadi prioritas dalam proses pengiriman, dan juga menentukan jenis truk apa yang akan digunakan dalam proses pengiriman tersebut karena truk memiliki ukuran dan kapasitas yang berbeda-beda.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas didapatkan hasil pemilihan jasa ekspedisi yang sesuai yaitu Barokah Tani dengan nilai persentase tertinggi 10%

dari penilaian *limited supermatrix*. Rekomendasi jenis truk berdasarkan kubikasi dari barang yang akan dikirimkan dengan metode *Dynamic Programming* didapatkan hasil nilai dari $f_2(y)$ yang paling besar berada pada truk kapasitas $54m^3$ yang dapat memuat dua produk yaitu produk C dan B sedangkan untuk produk A dapat menggunakan truk berkapasitas $18m^3$. Saran perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan untuk mencegah terjadinya *over cost* adalah dengan memilih kendaraan sesuai dengan area, ketersediaan unit, area, ketepatan waktu, dan klaim kerusakan.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan beberapa algoritma atau kriteria lainnya untuk pemilihan kapasitas jasa ekspedisi sehingga dapat mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan dapat mengambil sampling permasalahan di industri terkait penentuan jasa ekspedisi, dimana permasalahan tersebut dapat menambah variabel nilai yang bisa memperkuat pengambilan keputusan dalam pemilihan jasa ekspedisi, adanya bukti pengaplikasian metode ANP dan *dynamic programming* dalam dunia industri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. Indo Pack Printer sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. R. Marwanto Rahmatulloh, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI JASA PENGIRIMAN BARANG PADA PT. HALUAN INDAH TRANSPORINDO BERBASIS WEB," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 54–59, Jan. 2022.
- [2] M. Karton, B. O. X. Pada, S. Kasus, and C. V. Mandiri, "E-ISSN : 2746-0835 Volume 3 No 3 (2022) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) MEMINIMALISIR SISTEM ANTRIAN UNTUK PERFORMASI PRODUKSI E-ISSN : 2746-0835 Volume 3 No 3 (2022) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)," vol. 3, no. 3, pp. 360–367, 2022.
- [3] Styawati, Andi Nurkholis, Zaenal Abidin, and Heni Sulistiani, "Optimasi Parameter Support Vector Machine Berbasis Algoritma Firefly Pada Data Opini Film," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 5, pp. 904–910, 2021.
- [4] R. Yuniarti, W. Azlia, and U. Fitriana, "Analisis Kelayakan Investasi Penambahan Truk Pada Distributor Semen Dengan Metode AHP dan TOPSIS," vol. 6869, pp. 46–55.
- [5] M. A. Mabur, S. Wahyuni, and V. Dermawan, "Studi Optimasi Alokasi Air Pada Daerah Irigasi Bilokka Kecamatan Panca Lautang Kabupaten Sidrap Provinsi

- Sulawesi Selatan Menggunakan Program Linear,” *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 1, pp. 170–179, 2021.
- [6] H. T. Adikoro and F. Wurjaningrum, “Analisis Pemilihan Supplier Kain Byemi Official Store Dengan Metode Fuzzy AHP dan Fuzzy Topsis,” *J. Manaj. dan Perbank.*, vol. 9, no. 2, pp. 38–53, 2022.
- [7] F. A. Tarigan, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jasa Ekspedisi Untuk Pengantaran Produk Pada Pt. Toba Surimi Industries Dengan Metode Fuzzy Simple Additive Weighting,” *J. Ilm. Tek. Inform. METHOTIKA*, vol. 1, no. 2, pp. 60–65, 2021.
- [8] A. Syaripudin and Y. Efendi, “Penerapan Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Menggunakan Metode WASPAS Pada Penilaian Kinerja Karyawan Terbaik,” vol. 3, no. 2, pp. 128–136, 2022.
- [9] M. A. S. Suvalen, Ahmad, “ANALISIS PEMILIHAN PEMASOK BAHAN BAKU DENGAN INTEGRASI METODE ANALYTICAL NETWORK PROCESS DAN TOPSIS PADA UMKM PERCETAKAN PENDAHULUAN UMKM adalah usaha ekonomi produktif yang dijalankan oleh individu atau badan usaha yang berukuran kecil [1]. UMKM Percet,” vol. 1, no. 1, pp. 47–59, 2022.
- [10] M. Biaya, P. Dan, Y. R. Setiyono, D. T. Himawan, and Z. A. Achmadani, “MAKSIMASI KAPASITAS PENGIRIMAN CAT KUKU MENGGUNAKAN METODE STAGECOACH DAN KNAPSACK DI PT . HIMASET,” vol. 03, no. 02, 2022.
- [11] L. Yanti Sipayung, “Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Perusahaan Ekspedisi Terbaik Menggunakan Metode Analytic Network Process (ANP),” ANP.
- [12] T. W. Wisjhnuadji, A. Narendro, Y. Prabowo, and S. Broto, “Penggunaan Metoda Ahp Pada Aplikasi Superdecisions Dalam Menentukan Pilihan Terbaik Produk Mikroprosesor,” *IDEALIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 98–107, 2022.
- [13] J. Hendrik and F. A. Tarigan, “BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Perusahaan Ekspedisi Menggunakan Metode Analytic Network Process,” vol. 3, no. 3, pp. 218–224, 2023.
- [14] T. A. Putra, S. S. Riskijah, and J. Setiono, “Optimasi Jumlah Operator Alat Berat pada Pekerjaan Struktur Proyek Apartemen X Menggunakan Dynamic Programming Method,” *J. Online Skripsi Manaj. Rekayasa Konstr.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–15, 2020.
- [15] N. Safira Isaeni and N. Susanto, “PENERAPAN METODE CLASS BASED STORAGE UNTUK PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG BARANG JADI (Studi Kasus Gudang Barang Jadi K PT Hartono Istana Teknologi),” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 10, no. 3, 2021.
- [16] S. Alim, P. P. Lestari, and R. Rusliyawati, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani Pt Olam Indonesia (Cocoa) Cabang Lampung,” *J. Data Min. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2020.
- [17] G. Rachmaddhani and W. Yustanti, “Rekomendasi Jasa Ekspedisi Menggunakan Analisis Sentimen Dan Analytical Hierarchy Process(AHPu),” *JEISBI (Journal Emerg. Inf. Syst. Bus. Intell.)*, vol. 04, no. 4, pp. 111–119, 2023.
- [18] C. Natalya, “Machine Translated by Google Metode ANP dan TOPSIS Terintegrasi untuk Pemasok Penilaian kinerja Machine Translated by Google,” vol. 21, no. 1, pp. 34–45, 2020.
- [19] F. Astuti Tarigan and L. Hoki, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Perusahaan Ekspedisi Menggunakan Metode Analytic Network Process.” S. K. Dewi and Z. S. Ramadhani, “Studi Kasus Industri Konstruksi,” vol. 23, no. 2, pp. 133–148, 2022.
- [21] F. Anissa, A. P. Windarto, and M. Fauzan, “Analisis Algoritma Analytic Network Process (ANP) Dalam Pemilihan Material Furniture Pada Interior Rumah Tinggal,” ... *J. Penerapan Sist.* ..., vol. 1, no. 4, pp. 138–145, 2020.
- [22] A. Sulvia *et al.*, “PENENTUAN KELAYAKAN PROPOSAL PERMOHONAN BANTUAN HIBAH PADA DINAS SOSIAL MENGGUNAKAN ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP),” 2021.
- [23] A. J. Olanta, M. E. Sianto, and I. Gunawan, “Perbandingan Metode ANP Dan AHP Dalam Pemilihan Jasa Kurir Logistik Oleh Penjual Gadget Online,” *Widya Tek.*, vol. 18, no. 2, pp. 96–101, 2019.
- [24] A. R. Andriawan and A. Fahroza, “Application of the Analytic Network Process (ANP) Algorithm to Determine The Best of Programming Language Penerapan Algoritma Analytic Network Process (ANP) untuk Menentukan Bahasa Pemrograman Terbaik,” pp. 140–145, 2022.
- [25] A. S. R. Cahya and H. Prassetiyo, “Usulan Pemilihan Supplier Bahan Baku Kabel dengan Menggunakan Metode Interpretive Structural Modeling (ISM) dan Analytical Network Process (ANP) di PT. KMS,” *Fti*, pp. 1–10, 2022.
- [26] Y. E. Windarto, I. Pertiwi, and O. Winarto, “Jurnal Politeknik Caltex Riau Implementasi Analytic Network Process untuk Penentuan Tempat Pembuangan Akhir,” vol. 6, no. 1, pp. 47–58, 2020.
- [27] D. Jahja Surjawan, I. Susanto, and K. Maranatha Jl Drg Suria Sumantri No, “Aplikasi Optimalisasi Muat Barang Dengan Penerapan Algoritma Dynamic Programming Pada Persoalan Integer Knapsack,” 2015.
- [28] S. A. Gumelar, S. S. Riskijah, and S. Utoyo, “OPTIMASI KEBUTUHAN TENAGA KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN,” vol. 1, pp. 49–54, 2020.
- [29] K. S. S, N. H. Harahap, and J. S. Sitorus, “Analisis Transportasi Pengangkutan Sampah di Kota Medan Menggunakan Dynamic Programming,” vol. 7, no. 2, pp. 126–130, 2020.
- [30] D. Bramantya, I. G. S. Astawa, I. W. Supriana, L. G. Astuti, N. A. Sanjaya ER, and I. G. A. G. A. Kadyanan, “Rancangan dan Analisis Model Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan Knapsack 2 Dimensi,” *JELIKU (Jurnal Elektron. Ilmu Komput. Udayana)*, vol. 11, no. 2, p. 395, 2022.
- [31] R. Setiawan, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Layanan Pengiriman Barang Menggunakan Metode Simple Additive Weighting,” *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 8, no. 2, pp. 155–163, 2023.
- [32] M. Okta, S. Hadinata, R. Oktavera, U. W. R. S. Surabaya, and U. W. R. Supratman, “Implementasi Fuzzy Anp Pada Pemilihan Jasa Ekspedisi,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. X*, pp. 1–8, 2022.