



UNIVERSITAS
MITRA BINA

P-ISSN 2085-4293
E-ISSN 2654-5799

Operations Excellence

Journal of Applied Industrial Engineering



TABLE OF CONTENTS

Peran Technopreneurs dalam Komersialisasi Teknologi Konverter Kit Motor Listrik (Studi Kasus: PT. EKM)	224-234	
 <i>Muhammad Iqbal Sulistyo Putra, Wafiq Hasan Al Banna, Sayyidah Maulidatul Afraah, Yuniaristanto Yuniaristanto, Eko Liquiddanu, Wahyudi Sutopo</i>		
Seleksi dan Penentuan Third Party Logistik Transportasi Produk Pelumas Menggunakan Metode TOPSIS dan PROMETHE	235-247	
 <i>Sawarni Hasibuan, Choesnul Jaqin</i>		
Meminimasi Reject Produk Dengan Kapabilitas Proses Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma	248-261	
 <i>Hayu Kartika, Novera Elisa Triana, Candra Setia Bakti</i>		
Pemilihan Pemasok Baterai Forklift Elektrik dengan Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS di Industri Manufaktur Otomotif	262-271	
 <i>Satriyo Maulana, Anwar Martua Pasaribu, Winnie Septiani</i>		
Menurunkan Keluhan Nyeri Pada Tubuh Pekerja Pada Proses Pembersihan Hardware Menggunakan Analisis NBM, RULA, dan Antropometri	272-282	
 <i>Erwin Barita, Arif Nuryono</i>		
Kajian Penerapan GMP dan WISE Guna Peningkatan Higienitas Produk dan Produktivitas Pada UKM Anplang Samarinda	283-293	
 <i>Theresia Amelia Pawitra, Farida Djumiati Sitania, Lina Dianati Fathimahhayati, Ikhlil Hilal, Rina Aivendar</i>		
Perbaikan Metode Kerja Menggunakan Maynard Operation Sequence Technique (MOST) dan Metode 5S Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi	294-301	
 <i>Muhammad Dahlan, Arfandi Ahmad, Andi Pawennari, Yan Herdianzah</i>		
Analisis Peningkatan Efektifitas Mesin Cetak Produksi Tangki Air Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness	302-310	
 <i>Yulia Laysa</i>		
Pengurangan Bullwhip Effect pada Rantai Pasok Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Metode Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR): Studi Kasus	311-322	
 <i>Muhammad Qadafi, Endang Suhendar, Aliffia Teja Prasasty</i>		
Rancangan Model Konseptual dengan Theory of Constraints untuk Menyeimbangkan Lini Produksi dan Meningkatkan Output pada Industri Komponen Otomotif	323-333	
 <i>Rachman Catur Kurniawan, Iveline Anne Marie, Nora Azmi</i>		

REVIEWER

Prof. Mohd Nizam AB Rahman, PhD., CAPM, CQRM, (Scopus H-index=20), Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., (ID Scopus: 55189985700; Scopus H-Index=1) Universitas Mercu Buana, Jakarta., Indonesia

Prof. Dr. Andi Adriansyah, Universitas Mercu Buana, Indonesia

Dr. Rislina F. Sitompul, (Scopus H-index=1) P2KMIPTI LIPI, PDII Building 4th Floor R 426, Jakarta, Indonesia, Indonesia

Prof. Dr. Wahyudi Sutopo, (Scopus H-index=8), Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, Indonesia

Dr. Choesnul Jaqin, (Scopus H-Index=5) Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

Dr. Lien Herliani Kusumah, MT, CRMP., (Scopus ID: 57202352604, Scopus H-Index=1) Universitas Mercu Buana, DKI Jakarta, Indonesia, Indonesia

Dr. Iwan Aang Soenandi, (Scopus H-Index=2) Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

Prof. Asep Ridwan, (Scopus H-index=3) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia

Dr. Jacky Chin, M.T., (Scopus H-index=6) Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

Prof. Moses Laksono Singgih, MSc., PhD., (Scopus H-Index=5) Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, East Java, Indonesia

Prof. Benny Tjahjono, (Scopus H-Index=11) Coventry University, Coventry, United Kingdom

Assoc. Prof. Edy Herianto, (Scopus H-Index=24) Universitas Kebangsaan Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia

Assoc. Prof. Jayakrishna Kandasamy, (Scopus H-Index=14) Vellore Institute of Technology, Vellore, India

Prof. Dana Santoso Saroso, (Scopus H-index=1) Institut Teknologi dan Bisnis Bank Rakyat Indonesia, DKI Jakarta, Indonesia

Dr. Hardianto Indriastadi, M.Eng., (Scopus H-Index=7) Institut Teknologi Bandung, Bandung, West Java, Indonesia

Prof. Chandrasa Soekardi, (Google H-index=2) Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

Prof. Dr. Teuku Yuri M. Zagloel, (Scopus H-Index=7) Universitas Indonesia, DKI Jakarta, Indonesia

Prof. Dr. Rika Ampuh Hadiguna, (ID Scopus: 53877505000; Scopus H-Index=4) Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Dr. Winnie Septiani, M.Si., (Scopus H-Index=5) Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

EDITORIAL TEAM

EDITOR IN CHIEF

[Dr. Sawarni Hasibuan, M.T., IPU](#), (Scopus ID: 57189357485; Scopus H-Index=6) Universitas Mercu Buana, Indonesia

JOURNAL MANAGER

[Indra Setiawan, S.T., M.T.](#), (ID Scopus: 57245604300; Scopus H-Index=2) ASTRA Polytechnic, Indonesia

EDITORIAL BOARD

[Dr. Hermawan Thaheer](#), (ID Scopus: 57189057764; Scopus H-Index=2) Universitas Pakuan, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

[Dr. Juliza Hidayati, M.T., IPM](#), (ID Scopus: 57189370093; Scopus H-Index=2) Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

[Dr. Hendra Adiyatna, M.T.](#), Sekolah Tinggi Bina Tunggal, Bekasi, Indonesia

[Prof. Dr. Novizar Nazir](#), (Scopus ID: 35503777500; Scopus H-Index=6) Universitas Andalas, Padang, West Sumatera, Indonesia, Indonesia

[Prof. Erry Yulian Tribas Adesta](#), (Scopus h-index=10), International Islamic University Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia

[Prof. Dr. Aries Susanty, M.T.](#), (ID Scopus: 23974862800; Scopus H-Index=7) Universitas Diponegoro, Semarang., Indonesia

SECRETARIAT & LAYOUT

[Mohamad Dwiky Dharmawan](#), Universitas Mercu Buana, Indonesia



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Winnie Septiani
Assignment title: cek jurnal
Submission title: Pemilihan pemasok baterai forklift elektrik dengan menggun...
File name: 2022_CA_Pemilihan_Supplier_AHP_TOPSIS-JAIE_-_CEK.pdf
File size: 554.04K
Page count: 10
Word count: 3,981
Character count: 23,378
Submission date: 08-Apr-2023 12:58AM (UTC+0700)
Submission ID: 2058506643

Openstare Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering 2022, 14(3), 261-270

Pemilihan pemasok baterai forklift elektrik dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS di industri manufaktur otomotif
(Selection of electric forklift battery suppliers using AHP and TOPSIS methods in the automotive manufacturing industry)

Satriyo Maulana, Anwar Martua Pasaribu, Winnie Septiani
Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jakarta Barat, DKI Jakarta
Corresponding author: winnie.septiani@trisakti.ac.id
Received 01 September 2022, Revision 27 October 2022, Accepted 15 November 2022

Abstrak. Aktifitas industri manufaktur otomotif terus mengalami peningkatan. Pemilihan pemasok baterai forklift elektrik perlu dilakukan karena ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi udara. Pemilihan pemasok sangat penting dalam menentukan kepatuhan pengiriman dan kualitas bahan baku untuk dapat memenuhi permintaan konsumen secara cepat dan berkualitas. Tujuan penelitian ini untuk memilih pemasok baterai yang terbaik dan sesuai dengan kualifikasi perusahaan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) dalam membantu pengambilan keputusan. Metode AHP digunakan untuk menentukan kriteria yang paling dominan dengan matriks perbandingan berpasangan untuk menentukan bobot. Kemudian nilai bobot tersebut digunakan sebagai input dalam perhitungan metode TOPSIS untuk menentukan peringkat. Kontribusi penelitian ini dapat diterapkan di industri manufaktur otomotif dalam melakukan pemilihan pemasok baterai forklift elektrik. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diketahui kriteria harga menjadi kriteria paling dominan dengan bobot 0.463. Harga menjadi parameter yang sering digunakan setiap perusahaan. Selain kriteria harga ada juga kriteria yang penting antara lain umur pakai 0.270, quality 0.144, service 0.079, dan fleksibilitas 0.044. Berdasarkan perhitungan TOPSIS diketahui bahwa pemasok Rocket merupakan peringkat 1 dan menjadi prioritas untuk menjadi pemasok dalam pemilihan baterai forklift di industri manufaktur otomotif.

Kata kunci: Pemasok, Material Handling Equipment, AHP, TOPSIS

Abstract. The activity of the automotive manufacturing industry continues to increase. The selection of electric forklift battery suppliers needs to be done because they are environmentally friendly and do not produce air pollution. Supplier selection is very important in determining the speed of delivery and the quality of raw materials to be able to meet consumer demands quickly and with quality. The purpose of this research is to select the best battery supplier and in accordance with the company's qualifications. The method used in completing this research is the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) in assisting decision-making. The AHP method is used to determine the most dominant criterion with a pairwise comparison matrix to determine the weight. Then the weight value is used as input in the calculation of the TOPSIS method to determine the ranking. The contribution of this research can be applied in the automotive manufacturing industry in selecting electric forklift battery suppliers. Based on the calculation results, it is known that the price criterion is the most dominant criterion with a weight of 0.463. Price is a parameter that is often used by every company. In addition to price criteria, there are also important criteria, including service life 0.270, quality 0.144, service 0.079, and flexibility 0.044. Based on TOPSIS calculations, it is known that the Rocket supplier is ranked 1st and is a priority to become a supplier in the selection of forklift batteries in the automotive manufacturing industry.

Keywords: Supplier, Material Handling Equipment, AHP, TOPSIS

1 Pendahuluan
Pentingnya pemilihan pemasok dalam suatu perusahaan, banyak pertimbangan serta penilaian yang tepat dalam mengambil keputusan terhadap pemilihan pemasok (Pebakrang et al., 2017; Als-Tsauri et al., 2022). Persaingan bagi pelaku bisnis untuk meningkatkan daya saing dengan menghasilkan

261

Pemilihan pemasok baterai forklift elektrik dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS di industri manufaktur otomotif

by Winnie Septiani

Submission date: 08-Apr-2023 12:58AM (UTC+0700)

Submission ID: 2058506643

File name: 2022_CA_Pemilihan_Supplier_AHP_TOPSIS-JAIE_-_CEK.pdf (554.04K)

Word count: 3981

Character count: 23378

Pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS di industri manufaktur otomotif

(Selection of electric forklift battery suppliers using AHP and TOPSIS methods in the automotive manufacturing industry)

Satriyo Maulana, Anwar Martua Pasaribu, Winnie Septiani

Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jakarta Barat, DKI Jakarta

Corresponding author: winnie.septiani@trisakti.ac.id

Received 01 September 2022, Revision 27 October 2022, Accepted 15 November 2022

Abstrak. Aktifitas industri manufaktur otomotif terus mengalami peningkatan. Pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik perlu dilakukan karena ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi udara. Pemilihan pemasok sangat penting dalam menentukan kecepatan pengiriman dan kualitas bahan baku untuk dapat memenuhi permintaan konsumen secara cepat dan berkualitas. Tujuan penelitian ini untuk memilih pemasok baterai yang terbaik dan sesuai dengan kualifikasi perusahaan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* dalam membantu pengambilan keputusan. Metode AHP digunakan untuk menentukan kriteria yang paling dominan dengan matriks perbandingan berpasangan untuk menentukan bobot. Kemudian nilai bobot tersebut digunakan sebagai *input* dalam perhitungan metode TOPSIS untuk menentukan peringkat. Kontribusi penelitian ini dapat diterapkan di industri manufaktur otomotif dalam melakukan pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diketahui kriteria harga menjadi kriteria paling dominan dengan bobot 0,463. Harga menjadi parameter yang sering digunakan setiap perusahaan. Selain kriteria harga ada juga kriteria yang penting antara lain umur pakai 0,270, *quality* 0,144, *service* 0,079, dan fleksibilitas 0,044. Berdasarkan perhitungan TOPSIS diketahui bahwa pemasok Rocket merupakan peringkat 1 dan menjadi prioritas untuk menjadi pemasok dalam pemilihan baterai *forklift* di industri manufaktur otomotif.

Kata kunci: Pemasok, *Material Handling Equipment*, AHP, TOPSIS

Abstract. The activity of the automotive manufacturing industry continues to increase. The selection of electric forklift battery suppliers needs to be done because they are environmentally friendly and do not produce air pollution. Supplier selection is very important in determining the speed of delivery and the quality of raw materials to be able to meet consumer demands quickly and with quality. The purpose of this research is to select the best battery supplier and in accordance with the company's qualifications. The method used in completing this research is the *Analytical Hierarchy Process (AHP)* and *Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* in assisting decision-making. The AHP method is used to determine the most dominant criterion with a pairwise comparison matrix to determine the weight. Then the weight value is used as input in the calculation of the TOPSIS method to determine the ranking. The contribution of this research can be applied in the automotive manufacturing industry in selecting electric forklift battery suppliers. Based on the calculation results, it is known that the price criterion is the most dominant criterion with a weight of 0.463. Price is a parameter that is often used by every company. In addition to price criteria, there are also important criteria, including service life 0.270, quality 0.144, service 0.079, and flexibility 0.044. Based on TOPSIS calculations, it is known that the Rocket supplier is ranked 1st and is a priority to become a supplier in the selection of forklift batteries in the automotive manufacturing industry.

Keywords: Supplier, *Material Handling Equipment*, AHP, TOPSIS

1 Pendahuluan

Pentingnya pemilihan pemasok dalam suatu perusahaan, banyak pertimbangan serta penilaian yang tepat dalam mengambil keputusan terhadap pemilihan pemasok (Pebakirang et al., 2017; Ats-Tsauri et al., 2022). Persaingan bagi pelaku bisnis untuk meningkatkan daya saing dengan menghasilkan

produksi yang baik, kualitas yang bagus serta pelayanan yang memuaskan pelanggan. Perusahaan pemasok baterai harus melakukan segala inovasi – inovasi terhadap produk yang dibuatnya. Sehingga produk yang dibuat dapat diterima oleh pelanggannya (Peng, 2012). Salah satunya Industri manufaktur otomotif yang melakukan pemilihan dari beberapa pemasok baterai yang ada di Indonesia, dengan kebijakan bagi seluruh *Material Handling Equipment* (MHE) diharuskan model elektrik sehingga dapat mengurangi pencemaran polusi (Irwanto et al., 2020; Setiawan et al., 2021).

Industri manufaktur otomotif memiliki beberapa departemen perusahaan. *Production Logistic Department* (PLG) sebagai pengelola dalam penanganan dan perawatan *Material Handling Equipment* (MHE). Saat ini perusahaan memiliki ada 30 unit MHE yang dapat beroperasi dalam *mensupport* proses perakitan mobil. Hal ini harus diperhatikannya kelayakan serta kondisi baterai *forklift* elektrik. Pemilihan *Material Handling* sangat diperhatikan dari semua sisi, baik suku cadang, spesifikasinya, perawatannya sehingga perlu penjadwalan *service* berkala agar mudah dikontrol (Hassan, 2014). MHE didefinisikan sebagai mesin, yang mencakup jarak dekat ataupun jauh di dalam pabrik, area pergudangan, agen transportasi, dan sebagainya, berfungsi untuk mengirim barang dari satu lokasi ke lokasi lain. Hal ini dapat dilakukan untuk menciptakan utilitas waktu dan tempat melalui penanganan, penyimpanan, dan kontrol material yang terdapat pada area gudang penyimpanan (Sahu et al., 2017). Terkait dengan *Material Handling Systems* (MHS) memiliki 3 masalah yang terdapat pada MHS, pertama mengadaptasi modul dalam menangani langkah – langkah ekologi dan fiskal. Kedua penilaian kinerja pada MHS dalam pengambilan keputusan yang tidak lengkap terhadap kriteria. Ketiga mengembangkan modul canggih disertai dengan berbagai metode pengambilan keputusan, yang memiliki kompetensi secara praktis dalam menangani informasi yang tidak lengkap pada pemilihan MHS (Sahu et al., 2017). Menggunakan AVL berlayar untuk mensimulasikan dua kendaraan, satu bertenaga listrik dan lainnya bertenaga mesin, keduanya beroperasi dibawah *New European Driving Cycle* (NEDC), untuk menghitung emisi karbon dioksida (CO₂), konsumsi bahan bakar dan efisiensi energi (Teixeira & Sodr , 2018).

Hal ini perusahaan harus lebih teliti dalam pemilihan baterai *forklift*, dengan tahapan pertama metode *Analysis Hierarchy Proses* (AHP) perusahaan dapat memutuskan pilihannya terhadap berbagai merek baterai *forklift*. Penerapan pengambilan keputusan pada *Material Handling Equipment* mempunyai beberapa kategori yang disesuaikan seperti jenis alatnya, kegunaannya, spesifikasinya, dan tipenya (Hassan, 2014). Penggunaan AHP dengan tujuan untuk menetapkan kepentingan relatif terhadap kriteria yang dipilih, terkait dengan pendekatan aditif utilitas tertimbang indeks penilaian pengambilan keputusan untuk menyelesaikan dilema evaluasi MHE. Pendekatan mereka ditemukan terbaik untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan terkait dengan MHE (Karande & Chakraborty, 2013). Ada beberapa merek baterai *forklift* elektrik yaitu: Midac, Yuasa dan Rocket. Bahwa merek-merek ini banyak digunakan oleh perusahaan manufaktur otomotif dan mudah dalam penggantian *spare partnya*. Setiap merek memiliki kelebihan dan kekurangannya. Perusahaan harus melakukan pemilihan secara selektif dan sesuai dengan *budget* yang dianggarkan oleh perusahaan dari ketiga merek baterai *forklift* yang ada saat ini. Metode AHP digunakan pada penelitian ini yaitu untuk membantu dalam pemilihan baterai *forklift* di Industri manufaktur *otomotif*. Metode AHP banyak digunakan pada beberapa pada pengambilan keputusan seperti pemilihan jenis transportasi (Rasyid & Wagola, 2021), penilaian kinerja pada perbankan (Saryatmo et al., 2017), kinerja *forklift* dan konsumsi bahan bakar (D'Apolito & Hong, 2020), penilaian *skill* karyawan (Umar et al., 2018). Pemilihan *handphone* (Singh et al., 2020), pemilihan pemasok suku cadang (Pebakirang et al., 2017).

Selanjutnya tahapan kedua menggunakan metode TOPSIS dimana metode ini untuk menentukan perbandingan alternatif dari setiap kriteria terhadap pemasok yang akan dipilihnya (Basuki et al., 2019). Selanjutnya menggunakan metode TOPSIS dalam melakukan penghitungan normalisasi, normalisasi terbobot sampai didapatkan nilai solusi ideal positif dan *negatif* yang pada akhirnya menghasilkan nilai dari masing-masing kriteria sehingga nilai *preferensi* dari setiap alternatif dapat dirangking dari nilai terbesar (Siregar, 2021).

2 Metoda

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan beberapa merek baterai *forklift* yang akan dipilih dengan menggunakan *Analysis Hierarchy Proses* (AHP) sebagai pembobotan kriteria. Metode ini merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty (Septiani, Triwulandari, 2021; Aryanto & Hasibuan, 2021).

13 AHP (Analytical Hierarchical Process)

AHP merupakan hierarki dengan *input* atau masukan utama berupa pandangan manusia (Umar et al., 2018). Proses pengambilan data menggunakan 2 pakar yang memiliki keahlian khusus, pada pakar 1 seorang *manager* logistik yang memiliki spesialisasi pada proses logistik dan pemilihan pemasok MHE. Untuk pakar 2 seorang *manager maintenance* yang memiliki spesialisasi pada perawatan MHE dan pemilihan pemasok *service*. Selain penelitian terdahulu dilakukan pertimbangan dari kedua pakar. Untuk kriteria yang didapatkan dari hasil studi literatur dan pendapat dari kedua pakar terdapat di Tabel 1. Kedua pakar menilai kriteria ini menjadi perihal penting dalam pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik.

Tabel 1 Studi Literatur Terdahulu

No	Kriteria	Studi literatur
1	Harga	(Atmojo et al., 2021), (Ramanda & Rusman, 2021), (Sequeira & Adlemo, 2021), (Singh et al., 2020), (Rasyid & Wagola, 2021), (Pebakirang et al., 2017), (Aryanto & Hasibuan, 2021)
2	Umur Pakai	(Basuki et al., 2019), (Siregar, 2021), (Rasyid & Wagola, 2021)
3	Service	(Sequeira & Adlemo, 2021), (Rasyid & Wagola, 2021), (Ats-Tsauri et al., 2022)
4	Fleksibilitas	(Basuki et al., 2019), (Sequeira & Adlemo, 2021), (Aryanto & Hasibuan, 2021)
5	Quality	(Basuki et al., 2019), (Sequeira & Adlemo, 2021), (Pebakirang et al., 2017), (Ats-Tsauri et al., 2022)

AHP memiliki beberapa proses dalam tahapannya (Umar et al., 2018; Septiani & Triwulandari, 2021) yaitu:

1. Membuat struktur Hierarki
2. Membuat matrik perbandingan berpasangan kriteria dan alternatif (Peng, 2012).
3. Melakukan konsistensi logis
 - a) Melakukan perhitungan nilai perbandingan dengan membagi skala nilai prioritas yang ada, selanjutnya masing masing sel dibagi dengan nilai jumlah di setiap kolom.
 - b) Mencari *eigen* dengan melakukan penghitungan rata rata perbaris.
 - c) Mencari lamda maks
4. Menentukan nilai *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR)

Rumus yang dapat digunakan untuk mencari nilai CI yaitu:

$$CI = \frac{(\lambda \text{ maks} - n)}{n-1} \quad (1)$$

Untuk mencari nilai CR dapat dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Dimana, CR = *Consistency Ratio*; CI = *Consistency Index*; dan RI = *Random Index*

8 Apabila hasil perhitungan nilai CR lebih dari 10% maka harus diperbaiki dan dilakukan perhitungan ulang. Apabila nilai yang didapatkan kurang dari atau sama dengan 0,1 maka nilai perhitungannya dianggap benar (Umar et al., 2018; Septiani & Wulandari 2021).

12 Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS merupakan salah satu dari metode pengambilan keputusan dengan banyaknya kriteria yang di perkenalkan pada tahun 1981 oleh Yoo dan Hwang. Metode ini tidak hanya melihat jarak terpendek dari nilai solusi ideal positif, namun juga melihat jarak terjauh dari nilai solusi ideal negatif, sehingga dapat digunakan sebagai pengambil keputusan secara praktis. Solusi ideal positif dengan cara meminimalkan kriteria biaya dan memaksimalkan kriteria manfaat (Basuki et al., 2019). Adapun tahapan yang ada di metode TOPSIS yaitu:

1. Membuat matriks keputusan
2. Membuat matriks keputusan ternormalisasi

Berikut ini persamaan dalam menghitung matriks keputusan ternormalisasi:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

dimana:

r_{ij} = matriks keputusan ternormalisasi

x_{ij} = bobot kriteria ke- j pada alternatif ke- i

i = alternatif permintaan ke - i

j = kriteria permintaan ke - j

3. Membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot.

Persamaan untuk menghitung keputusan ternormalisasi terbobot

$$Y_{ij} = W_i r_{ij} \quad (4)$$

Dimana:

Y_{ij} = elemen matriks ternormalisasi [$n \times j$].

w_j = bobot dari kriteria ke- j

4. Menentukan solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

Persamaan dalam menentukan solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-).

$A^+ = (y1^+, y2^+, \dots, y3^+)$;

$A^- = (y1^-, y2^-, \dots, y3^-)$;

5. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif

$$D^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V^+)^2} \quad (5)$$

$$D^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V^-)^2} \quad (6)$$

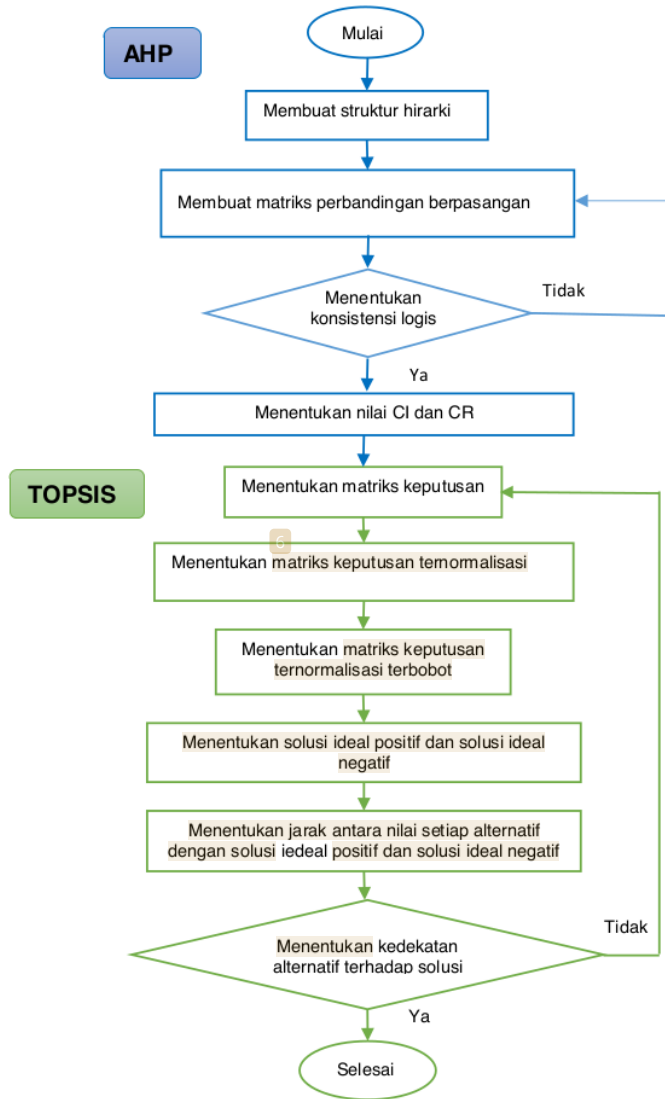
6. Menghitung kedekatan alternatif terhadap solusi ideal

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (7)$$

D^- : nilai ideal negatif

D^+ : nilai ideal positif

Tahapan penyelesaian masalah ini digunakan tahapan-tahapan yang sistematis terukur, tujuannya untuk mendapatkan hasil yang tepat pada permasalahan yang kompleks. Penelitian ini menggunakan kerangka sistematis dalam memecahkan masalah. Gambar 1 menerangkan alur proses penyelesaian pada penelitian ini.



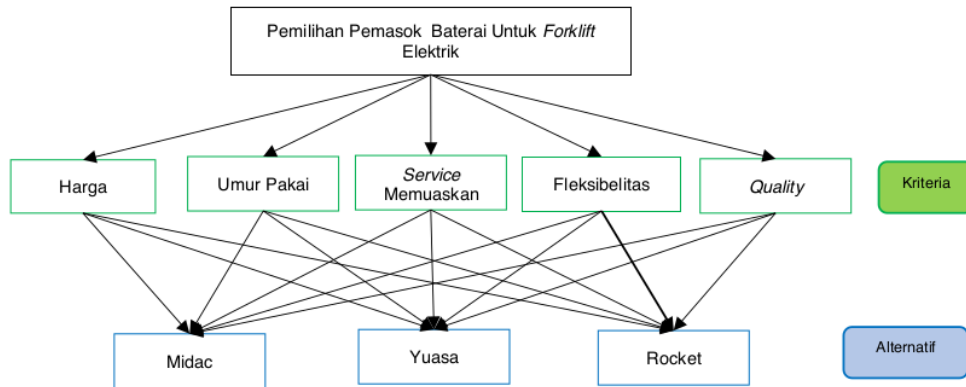
Gambar 1 Integrasi AHP-TOPSIS untuk Evaluasi Pemilihan Pemasok.

3 Hasil dan Pembahasan

Analisis Menggunakan AHP

Metode AHP memiliki struktur hierarki yang terdiri dari tujuan, kriteria dan alternatif. Adapun tujuan yang didapatkan pada struktur hierarki penelitian ini yaitu pemilihan pemasok baterai *forklift* yang tepat.

1. Tahap awal dimulai dengan membuat struktur hierarki AHP, terlihat pada Gambar 2.
2. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai pembobotan dilakukan dengan menentukan nilai dari matriks perbandingan berpasangan terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3



Gambar 2 Struktur Hierarki AHP Pemilihan Pemasok Baterai Forklift.

Tabel 2 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Harga	1,0000	3,0000	5,9161	5,9161	3,8730
Umur Pakai	0,3333	1,0000	3,8730	7,0000	3,0000
Service	0,1690	0,2582	1,0000	3,0000	0,3333
Fleksibilitas	0,1690	0,1429	0,3333	1,0000	0,2582
Quality	0,2582	0,3333	3,0003	3,8732	1,0000
Jumlah	1,9296	4,7344	14,1227	20,7893	8,4645

Tabel 3 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif

	Midac	Yuasa	Rocket
Midac	1,0000	3,0000	5,0000
Yuasa	0,3333	1,0000	3,0000
Rocket	0,2000	0,3333	1,0000
Jumlah	1,5333	4,3333	9,0000

3. Melakukan konsistensi logis

Normalisasi matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dan matriks perbandingan berpasangan antar alternatif pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Harga	1,0000	3,0000	5,9161	5,9161	3,8730
Umur Pakai	0,3333	1,0000	3,8730	7,0000	3,0000
Service	0,1690	0,2582	1,0000	3,0000	0,3333
Fleksibilitas	0,1690	0,1429	0,3333	1,0000	0,2582
Quality	0,2582	0,3333	3,0003	3,8732	1,0000
Jumlah	1,9296	4,7344	14,1227	20,7893	8,4645

Tabel 5 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif

	Midac	Yuasa	Rocket
Midac	0,6522	0,5357	0,6977
Yuasa	0,1304	0,1071	0,0698
Rocket	0,2174	0,3571	0,2326

Selanjutnya untuk nilai bobot kriteria dan alternatif terlihat pada [Tabel 6](#) dan [Tabel 7](#).

Tabel 6 Nilai Bobot Kriteria

Vektor Prioritas	Perkalian VP	Pembagian VP
0,4576	2,6040	5,6906
0,2828	1,5730	5,5629
0,0817	0,4194	5,1351
0,0489	0,2510	5,1365
0,1291	0,7065	5,4735
1,0000		26,9986

Tabel 7 Nilai Bobot Alternatif

Vektor Prioritas	Perkalian VP	Pembagian VP
0,6285	1,9479	3,0991
0,1024	0,3089	3,0148
0,2690	0,8200	3,0481
1,0000		9,1620

4. Menghitung CR dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{8}$$

CI merupakan *Consistency Index* yang didapatkan dari:

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1} \tag{9}$$

Dimana, n = banyaknya elemen

RI adalah nilai acak yang dapat dilihat pada tabel *Random Index* dengan n tertentu.

Hasil perhitungan dinyatakan konsisten jika nilai $CR \leq 0,1$ (10%).

Consistency Ratio Kriteria Utama pakar 1

$$CR = \frac{0,100}{1,12} = 0,089$$

Consistency Ratio Kriteria Utama pakar 2

$$CR = \frac{0,104}{1,12} = 0,092$$

Tabel 8 Rekapitulasi Nilai CR

Matriks	Pakar 1	Pakar 2	Keterangan
Perbandingan berpasangan untuk harga	0,047	0,012	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk umur pakai	0,012	0,033	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk service	0,012	0,047	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk fleksibilitas	0,033	0,056	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk quality	0,074	0,033	Syarat terpenuhi

[Tabel 8](#) merupakan hasil perbandingan dengan semua kriteria yang didapatkan setiap alternatif dengan nilai CR yang didapatkan $\leq 0,1$ (10%).

Analisis Menggunakan TOPSIS

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode TOPSIS, dengan data yang digunakan dari hasil perhitungan AHP yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam perhitungan TOPSIS input yang digunakan adalah hasil pembobotan AHP yang telah diperoleh sebelumnya, dengan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Matriks Normalisasi Keputusan

Dalam menyusun normalisasi matriks keputusan, dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan *transpose* pada hasil matriks keputusan pada Tabel 9.

Tabel 9 Matriks Keputusan

Alternatif	Kriteria				
	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Midac	0,514	0,53	0,625	0,707	0,625
Yuasa	0,686	0,662	0,625	0,424	0,625
Rocket	0,514	0,53	0,469	0,566	0,469

Menentukan Normalisasi Matriks Keputusan Terbobot. Untuk menentukan hasil perkalian bobot dilakukan dengan mengalikan nilai bobot setiap alternatif dengan kriteria yang bersesuaian, dan didapat hasil matriks pada Tabel 10.

Tabel 10 Matriks Bobot Ternormalisasi

Alternatif	Kriteria				
	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Midac	0,238	0,143	0,05	0,031	0,09
Yuasa	0,317	0,179	0,05	0,019	0,09
Rocket	0,238	0,143	0,037	0,025	0,068

2. Solusi ideal positif dan solusi ideal negatif

Untuk menentukan solusi ideal positif dan negatif penelitian ini menggunakan persamaan (5) dan (6) dan didapat hasil solusi ideal positif yang ditunjukkan pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11 Solusi Ideal Positif

Max	0,317	0,179	0,05	0,031	0,09	Nilai Preferensi
D ⁺	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality	
Midac	0,079	0,036	0,000	0,000	0,000	0,087
Yuasa	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012
Rocket	0,079	0,036	0,013	0,006	0,022	0,091

Tabel 12 Solusi Ideal Negatif

Max	0,238	0,143	0,037	0,019	0,068	Nilai Preferensi
D ⁻	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality	
Midac	0,000	0,000	0,013	0,012	0,022	0,028
Yuasa	0,079	0,036	0,013	0,000	0,022	0,09
Rocket	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006

3. Menghitung jarak dan *ranking* alternatif

Dengan menggunakan persamaan [7] maka diperoleh hasil perhitungan jarak antara solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, dan untuk penetapan *ranking* diperoleh dari nilai jarak yang di peroleh, dimana jarak terbesar akan memperoleh *ranking* tertinggi. Berikut hasil dari perhitungan yang diperoleh pada Tabel 13.

Tabel 13 Perhitungan Jarak dan *Ranking*

Alternatif	D*	D'	Jarak	Ranking
Midac	0,087	0,028	0,757	2
Yuasa	0,012	0,09	0,118	3
Rocket	0,091	0,006	0,938	1

Pembahasan

Berdasarkan analisis pada penelitian ini ditemukan bahwa harga merupakan prioritas pada pemilihan pemasok. Hal ini dikarenakan harga menjadi parameter bagi setiap perusahaan dalam menentukan pemasok. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian [Ats-Tsauri et al., \(2022\)](#), bahwa penelitiannya menemukan harga merupakan proses utama dalam pemilihan pemasok. Kemudian penelitian [Basuki et al., \(2019\)](#) menemukan bahwa kualitas produk menjadi prioritas dalam pemilihan pemasok, hal ini tidak sejalan dengan penelitian ini.

4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan Hasil yang diperoleh setelah melakukan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa terdapat lima kriteria yang diambil dari hasil studi literatur dari peneliti sebelumnya untuk digunakan dalam penelitian ini, yaitu harga, umur pakai, *service* memuaskan, *fleksibilitas*, dan *quality*. Setelah melakukan perhitungan bobot menggunakan metode AHP, diketahui kriteria harga menjadi kriteria paling dominan pada bobot 0,463, disusul umur pakai 0,270, *quality* 0,144, *service* 0,079, dan *fleksibilitas* 0,044. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan menggunakan AHP dan TOPSIS untuk mengevaluasi alternatif / pemasok, diketahui bahwa pemasok Rocket merupakan peringkat 1 dan menjadi prioritas untuk menjadi pemasok dalam pemilihan baterai *forklift* di industri manufaktur otomotif. Saran untuk penelitian yang perlu dikembangkan adalah dengan menambah kriteria-kriteria yang menjadi prioritas perusahaan dalam pemilihan *supplier*.

Referensi

- Apolito, L., & Hong, H. (2020). Forklift truck performance simulation and fuel consumption estimation. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(3), 689–703. <https://doi.org/10.1108/JEDT-06-2019-0165>
- Aryanto, D., & Hasibuan, S. (2021). Framework pengukuran kinerja rantai pasok industri kemasan plastik menggunakan metode SCOR-AHP. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2), 183–193. <https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i2.017>
- Atmojo, S., Dewi, S., Widhiyanta, N., & Utami, R. (2021). Sistem Informasi Rekomendasi Pemilihan Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 7(2), 85–93. <https://doi.org/10.21107/edutic.v7i2.8383>
- Ats-Tsauri, M. I., Iskandar, I., & Siregar, B. R. (2022). Strategi penentuan supplier untuk mitigasi dampak kenaikan harga bahan baku pada industri manufaktur baja lapis seng. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.22441/oe.2022.v14.i1.038>
- Basuki, M., Hidayat, M. J., & Setyawan, V. (2019). Pemilihan Supplier Industri Manufaktur dengan Pendekatan AHP dan TOPSIS. *Jurnal OPSI*, 12(2), 83–88. <https://doi.org/10.31315/opsi.v12i2.3146>
- Hassan, M. (2014). An evaluation of input and output of expert systems for selection of material handling equipment. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(7), 1049–1067. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2012-0077>
- Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan DMAIC Six Sigma Pada PT. XYZ. *Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur Sipil Industri*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v3i1.638>
- Karande, P., & Chakraborty, S. (2013). Material Handling Equipment Selection Using Weighted Utility Additive Theory. *Journal of Industrial Engineering*, 2013, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2013/268708>

- Pebakirang, S., Sutrisno, A., & Neyland, J. (2017). Penerapan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) Untuk Pemilihan Supplier Suku Cadang Di PLTD Bitung. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 32–44. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14860/14426>
- Peng, J. (2012). Selection of Logistics Outsourcing Service Suppliers Based on AHP. *Energy Procedia*, 17, 595–601. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.141>
- Ramanda, K., & Rusman, A. (2021). Implementasi Analytical Hierarchy Process Dalam Pemilihan Arduino Board. 10(1), 99–105. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v10i1.1034>
- Rasyid, M., & Wagola, E. S. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Alat Transportasi Laut Di Kabupaten Buru Menggunakan AHP (Analytic Hierarchy Process). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 9(1), 10–18. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v9i1.9025>
- Siregar, A. W. (2021). Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Pegawai Penerima Promosi Menggunakan Metode AHP Dan TOPSIS. *Seminar Nasional Riset Dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK)*, 5(1), 814–820. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v5i1.5070>
- Sahu, A. K., Sahu, A. K., & Sahu, N. K. (2017). Appraisements of material handling system in context of fiscal and environment extent: A comparative grey statistical analysis. *International Journal of Logistics Management*, 28(1), 2–28. <https://doi.org/10.1108/IJLM-09-2015-0163>
- Saryatmo, M. A., . A., & Kristian, I. E. (2017). Penilaian Kinerja Customer Relationship Management Dalam Industri Perbankan Dengan Menggunakan Metode Analysis Hierarchy Process (Studi Kasus Pada Bank. Xxx). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 94–101. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v3i2.496>
- Sequeira, M., & Adlemo, A. (2021). AHP-based support tools for initial screening of manufacturing reshoring decisions. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(3), 502–527. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-07-2020-0037>
- Setiawan, S., Setiawan, I., Jaqin, C., Prabowo, H. A., & Purba, H. H. (2021). Integration of waste assessment model and lean automation to improve process cycle efficiency in the automotive industry. *Quality Innovation Prosperity*, 25(3), 48–64. <https://doi.org/10.12776/qip.v25i3.1613>
- Singh, R., Avikal, S., Rashmi, R., & Ram, M. (2020). A Kano model, AHP and TOPSIS based approach for selecting the best mobile phone under a fuzzy environment. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 37(6–7), 837–851. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2020-0022>
- Septiani, Triwulandari, E. F. H. (2021). *Analisis Keputusan: Teori dan Implementasi*. Nas Media Pustaka.
- Teixeira, A. C. R., & Sodr e, J. R. (2018). Impacts of replacement of engine powered vehicles by electric vehicles on energy consumption and CO2 emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 375–384. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.01.004>
- Umar, R., Fadlil, A., & Yuminah, Y. (2018). Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode AHP untuk Penilaian Kompetensi Soft Skill Karyawan. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 4(1), 27. <https://doi.org/10.23917/khif.v4i1.5978>

Pemilihan pemasok baterai forklift elektrik dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS di industri manufaktur otomotif

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	download.garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	1%
2	jurnal.upnyk.ac.id Internet Source	1%
3	Miwan Hidayat. "Pemilihan Perangkat Proyektor Sebagai Sarana Pembelajaran Dengan Metode Analytic Hierarchy Process", <i>INSANtek</i> , 2022 Publication	1%
4	ejournal.itn.ac.id Internet Source	1%
5	core.ac.uk Internet Source	1%
6	www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id Internet Source	1%
7	journal.binadarma.ac.id Internet Source	1%

8	journals.ums.ac.id Internet Source	1 %
9	doku.pub Internet Source	1 %
10	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	1 %
11	ejournal.umm.ac.id Internet Source	1 %
12	repository.ub.ac.id Internet Source	1 %
13	Submitted to STT PLN Student Paper	1 %
14	digilib.uinsby.ac.id Internet Source	1 %
15	jurnal.fikom.umi.ac.id Internet Source	1 %
16	jurnal.stmik-aub.ac.id Internet Source	1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On

Pemilihan pemasok baterai forklift elektrik dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS di industri manufaktur otomotif

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

Pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS di industri manufaktur otomotif

(Selection of electric forklift battery suppliers using AHP and TOPSIS methods in the automotive manufacturing industry)

Satriyo Maulana, Anwar Martua Pasaribu, Winnie Septiani

Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jakarta Barat, DKI Jakarta

Corresponding author: winnie.septiani@trisakti.ac.id

Received 01 September 2022, Revision 27 October 2022, Accepted 15 November 2022

Abstrak. Aktifitas industri manufaktur otomotif terus mengalami peningkatan. Pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik perlu dilakukan karena ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi udara. Pemilihan pemasok sangat penting dalam menentukan kecepatan pengiriman dan kualitas bahan baku untuk dapat memenuhi permintaan konsumen secara cepat dan berkualitas. Tujuan penelitian ini untuk memilih pemasok baterai yang terbaik dan sesuai dengan kualifikasi perusahaan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dalam membantu pengambilan keputusan. Metode AHP digunakan untuk menentukan kriteria yang paling dominan dengan matriks perbandingan berpasangan untuk menentukan bobot. Kemudian nilai bobot tersebut digunakan sebagai *input* dalam perhitungan metode TOPSIS untuk menentukan peringkat. Kontribusi penelitian ini dapat diterapkan di industri manufaktur otomotif dalam melakukan pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diketahui kriteria harga menjadi kriteria paling dominan dengan bobot 0,463. Harga menjadi parameter yang sering digunakan setiap perusahaan. Selain kriteria harga ada juga kriteria yang penting antara lain umur pakai 0,270, *quality* 0,144, *service* 0,079, dan fleksibilitas 0,044. Berdasarkan perhitungan TOPSIS diketahui bahwa pemasok Rocket merupakan peringkat 1 dan menjadi prioritas untuk menjadi pemasok dalam pemilihan baterai *forklift* di industri manufaktur otomotif.

Kata kunci: Pemasok, *Material Handling Equipment*, AHP, TOPSIS

Abstract. *The activity of the automotive manufacturing industry continues to increase. The selection of electric forklift battery suppliers needs to be done because they are environmentally friendly and do not produce air pollution. Supplier selection is very important in determining the speed of delivery and the quality of raw materials to be able to meet consumer demands quickly and with quality. The purpose of this research is to select the best battery supplier and in accordance with the company's qualifications. The method used in completing this research is the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) in assisting decision-making. The AHP method is used to determine the most dominant criterion with a pairwise comparison matrix to determine the weight. Then the weight value is used as input in the calculation of the TOPSIS method to determine the ranking. The contribution of this research can be applied in the automotive manufacturing industry in selecting electric forklift battery suppliers. Based on the calculation results, it is known that the price criterion is the most dominant criterion with a weight of 0.463. Price is a parameter that is often used by every company. In addition to price criteria, there are also important criteria, including service life 0.270, quality 0.144, service 0.079, and flexibility 0.044. Based on TOPSIS calculations, it is known that the Rocket supplier is ranked 1st and is a priority to become a supplier in the selection of forklift batteries in the automotive manufacturing industry.*

Keywords: *Supplier, Material Handling Equipment, AHP, TOPSIS*

1 Pendahuluan

Pentingnya pemilihan pemasok dalam suatu perusahaan, banyak pertimbangan serta penilaian yang tepat dalam mengambil keputusan terhadap pemilihan pemasok (Pebakirang et al., 2017; Ats-Tsauri et al., 2022). Persaingan bagi pelaku bisnis untuk meningkatkan daya saing dengan menghasilkan

produksi yang baik, kualitas yang bagus serta pelayanan yang memuaskan pelanggan. Perusahaan pemasok baterai harus melakukan segala inovasi – inovasi terhadap produk yang dibuatnya. Sehingga produk yang dibuat dapat diterima oleh pelanggannya (Peng, 2012). Salah satunya Industri manufaktur otomotif yang melakukan pemilihan dari beberapa pemasok baterai yang ada di Indonesia, dengan kebijakan bagi seluruh *Material Handling Equipment* (MHE) diharuskan model elektrik sehingga dapat mengurangi pencemaran polusi (Irwanto et al., 2020; Setiawan et al., 2021).

Industri manufaktur otomotif memiliki beberapa departemen perusahaan. *Production Logistic Department* (PLG) sebagai pengelola dalam penanganan dan perawatan *Material Handling Equipment* (MHE). Saat ini perusahaan memiliki ada 30 unit MHE yang dapat beroperasi dalam *mensupport* proses perakitan mobil. Hal ini harus diperhatikannya kelayakan serta kondisi baterai *forklift* elektrik. Pemilihan *Material Handling* sangat diperhatikan dari semua sisi, baik suku cadang, spesifikasinya, perawatannya sehingga perlu penjadwalan *service* berkala agar mudah dikontrol (Hassan, 2014). MHE didefinisikan sebagai mesin, yang mencakup jarak dekat ataupun jauh di dalam pabrik, area pergudangan, agen transportasi, dan sebagainya, berfungsi untuk mengirim barang dari satu lokasi ke lokasi lain. Hal ini dapat dilakukan untuk menciptakan utilitas waktu dan tempat melalui penanganan, penyimpanan, dan kontrol material yang terdapat pada area gudang penyimpanan (Sahu et al., 2017). Terkait dengan *Material Handling Systems* (MHS) memiliki 3 masalah yang terdapat pada MHS, pertama mengadaptasi modul dalam menangani langkah – langkah ekologi dan fiskal. Kedua penilaian kinerja pada MHS dalam pengambilan keputusan yang tidak lengkap terhadap kriteria. Ketiga mengembangkan modul canggih disertai dengan berbagai metode pengambilan keputusan, yang memiliki kompetensi secara praktis dalam menangani informasi yang tidak lengkap pada pemilihan MHS (Sahu et al., 2017). Menggunakan AVL berlayar untuk mensimulasikan dua kendaraan, satu bertenaga listrik dan lainnya bertenaga mesin, keduanya beroperasi dibawah *New European Driving Cycle* (NEDC), untuk menghitung emisi karbon dioksida (CO₂), konsumsi bahan bakar dan efisiensi energi (Teixeira & Sodr , 2018).

Hal ini perusahaan harus lebih teliti dalam pemilihan baterai *forklift*, dengan tahapan pertama metode *Analysis Hierarchy Proses* (AHP) perusahaan dapat memutuskan pilihannya terhadap berbagai merek baterai *forklift*. Penerapan pengambilan keputusan pada *Material Handling Equipment* mempunyai beberapa kategori yang disesuaikan seperti jenis alatnya, kegunaannya, spesifikasinya, dan tipenya (Hassan, 2014). Penggunaan AHP dengan tujuan untuk menetapkan kepentingan relatif terhadap kriteria yang dipilih, terkait dengan pendekatan aditif utilitas tertimbang indeks penilaian pengambilan keputusan untuk menyelesaikan dilema evaluasi MHE. Pendekatan mereka ditemukan terbaik untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan terkait dengan MHE (Karande & Chakraborty, 2013). Ada beberapa merek baterai *forklift* elektrik yaitu: Midac, Yuasa dan Rocket. Bahwa merek-merek ini banyak digunakan oleh perusahaan manufaktur otomotif dan mudah dalam penggantian *spare partnya*. Setiap merek memiliki kelebihan dan kekurangannya. Perusahaan harus melakukan pemilihan secara selektif dan sesuai dengan *budget* yang dianggarkan oleh perusahaan dari ketiga merek baterai *forklift* yang ada saat ini. Metode AHP digunakan pada penelitian ini yaitu untuk membantu dalam pemilihan baterai *forklift* di Industri manufaktur otomotif. Metode AHP banyak digunakan pada beberapa pada pengambilan keputusan seperti pemilihan jenis transportasi (Rasyid & Wagola, 2021), penilaian kinerja pada perbankan (Saryatmo et al., 2017), kinerja *forklift* dan konsumsi bahan bakar (D’Apolito & Hong, 2020), penilaian *skill* karyawan (Umar et al., 2018). Pemilihan *handphone* (Singh et al., 2020), pemilihan pemasok suku cadang (Pebakirang et al., 2017).

Selanjutnya tahapan kedua menggunakan metode TOPSIS dimana metode ini untuk menentukan perangsingan alternatif dari setiap kriteria terhadap pemasok yang akan dipilihnya (Basuki et al., 2019). Selanjutnya menggunakan metode TOPSIS dalam melakukan penghitungan normalisasi, normalisasi terbobot sampai didapatkan nilai solusi ideal positif dan *negatif* yang pada akhirnya menghasilkan nilai dari masing-masing kriteria sehingga nilai *preferensi* dari setiap alternatif dapat dirangsing dari nilai terbesar (Siregar, 2021).

2 Metoda

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan beberapa merek baterai *forklift* yang akan dipilih dengan menggunakan *Analysis Hierarchy Proses* (AHP) sebagai pembobotan kriteria. Metode ini merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty (Septiani, Triwulandari, 2021; Aryanto & Hasibuan, 2021).

AHP (Analytical Hierarchical Process)

AHP merupakan hierarki dengan *input* atau masukan utama berupa pandangan manusia (Umar et al., 2018). Proses pengambilan data menggunakan 2 pakar yang memiliki keahlian khusus, pada pakar 1 seorang *manager* logistik yang memiliki spesialisasi pada proses logistik dan pemilihan pemasok MHE. Untuk pakar 2 seorang *manager maintenance* yang memiliki spesialisasi pada perawatan MHE dan pemilihan pemasok *service*. Selain penelitian terdahulu dilakukan pertimbangan dari kedua pakar. Untuk kriteria yang didapatkan dari hasil studi literatur dan pendapat dari kedua pakar terdapat di Tabel 1. Kedua pakar menilai kriteria ini menjadi perihal penting dalam pemilihan pemasok baterai *forklift* elektrik.

Tabel 1 Studi Literatur Terdahulu

No	Kriteria	Studi literatur
1	Harga	(Atmojo et al., 2021), (Ramanda & Rusman, 2021), (Sequeira & Adlemo, 2021), (Singh et al., 2020), (Rasyid & Wagola, 2021), (Pebakirang et al., 2017), (Aryanto & Hasibuan, 2021)
2	Umur Pakai	(Basuki et al., 2019), (Siregar, 2021), (Rasyid & Wagola, 2021)
3	Service	(Sequeira & Adlemo, 2021), (Rasyid & Wagola, 2021), (Ats-Tsauri et al., 2022)
4	Fleksibilitas	(Basuki et al., 2019), (Sequeira & Adlemo, 2021), (Aryanto & Hasibuan, 2021)
5	Quality	(Basuki et al., 2019), (Sequeira & Adlemo, 2021), (Pebakirang et al., 2017), (Ats-Tsauri et al., 2022)

AHP memiliki beberapa proses dalam tahapannya (Umar et al., 2018; Septiani & Triwulandari, 2021) yaitu:

1. Membuat struktur Hierarki
2. Membuat matrik perbandingan berpasangan kriteria dan alternatif (Peng, 2012).
3. Melakukan konsistensi logis
 - a) Melakukan perhitungan nilai perbandingan dengan membagi skala nilai prioritas yang ada, selanjutnya masing masing sel dibagi dengan nilai jumlah di setiap kolom.
 - b) Mencari *eigen* dengan melakukan penghitungan rata rata perbaris.
 - c) Mencari lamda maks
4. Menentukan nilai *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR)

Rumus yang dapat digunakan untuk mencari nilai CI yaitu:

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

Untuk mencari nilai CR dapat dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Dimana, CR = *Consistency Ratio*; CI = *Consistency Index*; dan RI = *Random Index*

Apabila hasil perhitungan nilai CR lebih dari 10% maka harus diperbaiki dan dilakukan perhitungan ulang. Apabila nilai yang didapatkan kurang dari atau sama dengan 0,1 maka nilai perhitungannya dianggap benar (Umar et al., 2018; Septiani & Wulandari 2021).

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS merupakan salah satu dari metode pengambilan keputusan dengan banyaknya kriteria yang di perkenalkan pada tahun 1981 oleh Yoo dan Hwang. Metode ini tidak hanya melihat jarak terpendek dari nilai solusi ideal positif, namun juga melihat jarak terjauh dari nilai solusi ideal negatif, sehingga dapat digunakan sebagai pengambil keputusan secara praktis. Solusi ideal positif dengan cara meminimalkan kriteria biaya dan memaksimalkan kriteria manfaat (Basuki et al., 2019). Adapun tahapan yang ada di metode TOPSIS yaitu:

1. Membuat matriks keputusan
2. Membuat matriks keputusan ternormalisasi

Berikut ini persamaan dalam menghitung matriks keputusan ternormalisasi:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}} \quad (3)$$

dimana:

r_{ij} = matriks keputusan ternormalisasi

x_{ij} = bobot kriteria ke- j pada alternatif ke- i

i = alternatif permintaan ke - i

j = kriteria permintaan ke - j

3. Membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot.

Persamaan untuk menghitung keputusan ternormalisasi terbobot

$$Y_{ij} = W_i r_{ij} \quad (4)$$

Dimana:

Y_{ij} = elemen matriks ternormalisasi [$l|j$].

w_j = bobot dari kriteria ke- j

4. Menentukan solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

Persamaan dalam menentukan solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-).

$A^+ = (y1^+ , y2^+ , \dots , y3^+)$;

$A^- = (y1^- , y2^- , \dots , y3^-)$;

5. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif

$$D^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V^+)^2} \quad (5)$$

$$D^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V^-)^2} \quad (6)$$

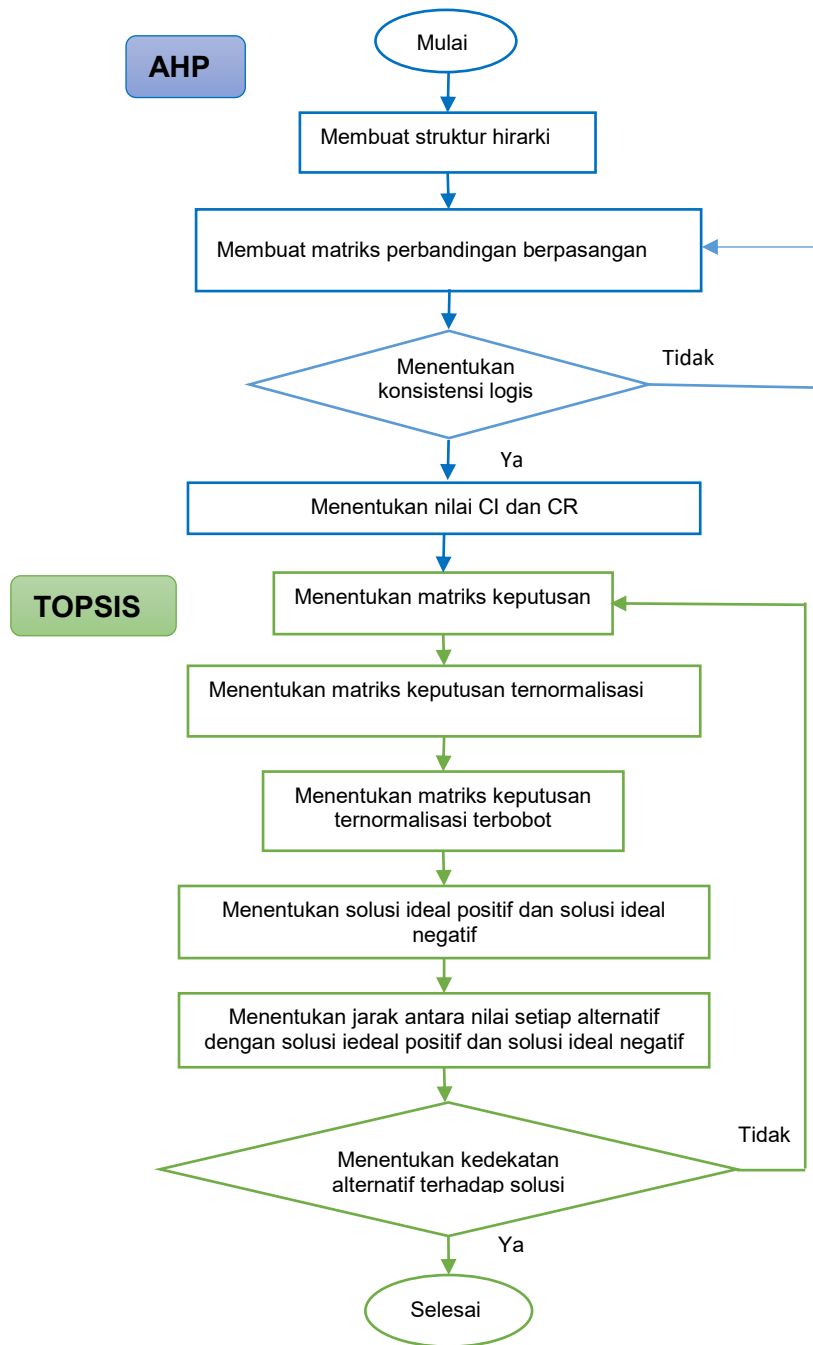
6. Menghitung kedekatan alternatif terhadap solusi ideal

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (7)$$

D^- : nilai ideal negatif

D^+ : nilai ideal positif

Tahapan penyelesaian masalah ini digunakan tahapan-tahapan yang sistematis terukur, tujuannya untuk mendapatkan hasil yang tepat pada permasalahan yang kompleks. Penelitian ini menggunakan kerangka sistematis dalam memecahkan masalah. [Gambar 1](#) menerangkan alur proses penyelesaian pada penelitian ini.



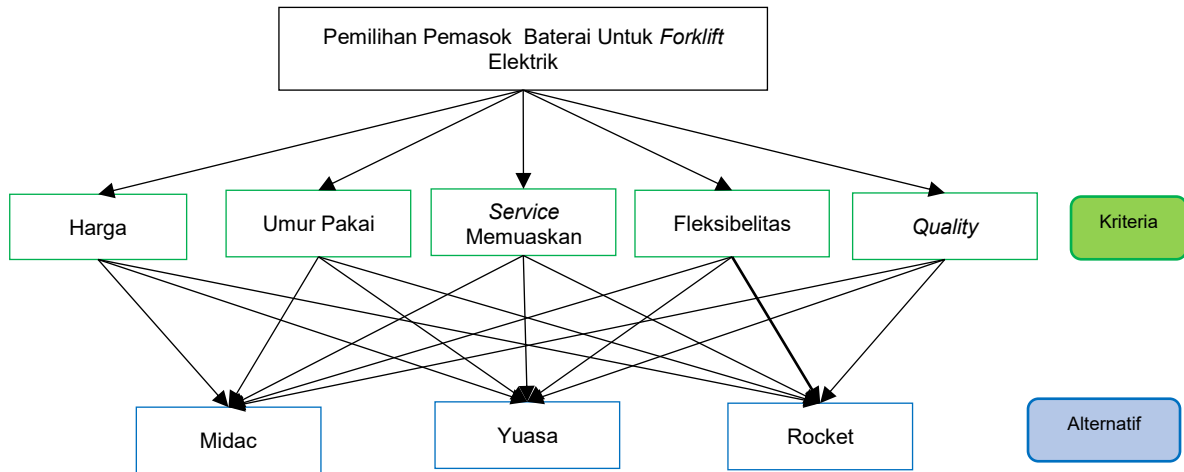
Gambar 1 Integrasi AHP-TOPSIS untuk Evaluasi Pemilihan Pemasok.

3 Hasil dan Pembahasan

Analisis Menggunakan AHP

Metode AHP memiliki struktur hierarki yang terdiri dari tujuan, kriteria dan alternatif. Adapun tujuan yang didapatkan pada struktur hierarki penelitian ini yaitu pemilihan pemasok baterai *forklift* yang tepat.

1. Tahap awal dimulai dengan membuat struktur hierarki AHP, terlihat pada Gambar 2.
2. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai pembobotan dilakukan dengan menentukan nilai dari matriks perbandingan berpasangan terlihat pada [Tabel 2](#) dan [Tabel 3](#)



Gambar 2 Struktur Hierarki AHP Pemilihan Pemasok Baterai *Forklift*.

Tabel 2 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Harga	1,0000	3,0000	5,9161	5,9161	3,8730
Umur Pakai	0,3333	1,0000	3,8730	7,0000	3,0000
Service	0,1690	0,2582	1,0000	3,0000	0,3333
Fleksibilitas	0,1690	0,1429	0,3333	1,0000	0,2582
Quality	0,2582	0,3333	3,0003	3,8732	1,0000
Jumlah	1,9296	4,7344	14,1227	20,7893	8,4645

Tabel 3 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif

	Midac	Yuasa	Rocket
Midac	1,0000	3,0000	5,0000
Yuasa	0,3333	1,0000	3,0000
Rocket	0,2000	0,3333	1,0000
Jumlah	1,5333	4,3333	9,0000

- Melakukan konsistensi logis
Normalisasi matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dan matriks perbandingan berpasangan antar alternatif pada [Tabel 4](#) dan [Tabel 5](#).

Tabel 4 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Harga	1,0000	3,0000	5,9161	5,9161	3,8730
Umur Pakai	0,3333	1,0000	3,8730	7,0000	3,0000
Service	0,1690	0,2582	1,0000	3,0000	0,3333
Fleksibilitas	0,1690	0,1429	0,3333	1,0000	0,2582
Quality	0,2582	0,3333	3,0003	3,8732	1,0000
Jumlah	1,9296	4,7344	14,1227	20,7893	8,4645

Tabel 5 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif

	Midac	Yuasa	Rocket
Midac	0,6522	0,5357	0,6977
Yuasa	0,1304	0,1071	0,0698
Rocket	0,2174	0,3571	0,2326

Selanjutnya untuk nilai bobot kriteria dan alternatif terlihat pada [Tabel 6](#) dan [Tabel 7](#).

Tabel 6 Nilai Bobot Kriteria

Vektor Prioritas	Perkalian VP	Pembagian VP
0,4576	2,6040	5,6906
0,2828	1,5730	5,5629
0,0817	0,4194	5,1351
0,0489	0,2510	5,1365
0,1291	0,7065	5,4735
1,0000		26,9986

Tabel 7 Nilai Bobot Alternatif

Vektor Prioritas	Perkalian VP	Pembagian VP
0,6285	1,9479	3,0991
0,1024	0,3089	3,0148
0,2690	0,8200	3,0481
1,0000		9,1620

4. Menghitung CR dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{8}$$

CI merupakan *Consistency Index* yang didapatkan dari:

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1} \tag{9}$$

Dimana, n = banyaknya elemen

RI adalah nilai acak yang dapat dilihat pada tabel *Random Index* dengan n tertentu.

Hasil perhitungan dinyatakan konsisten jika nilai $CR \leq 0,1$ (10%).

Consistency Ratio Kriteria Utama pakar 1

$$CR = \frac{0,100}{1,12} = 0,089$$

Consistency Ratio Kriteria Utama pakar 2

$$CR = \frac{0,104}{1,12} = 0,092$$

Tabel 8 Rekapitulasi Nilai CR

Matriks	Pakar 1	Pakar 2	Keterangan
Perbandingan berpasangan untuk harga	0,047	0,012	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk umur pakai	0,012	0,033	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk <i>service</i>	0,012	0,047	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk fleksibilitas	0,033	0,056	Syarat terpenuhi
Perbandingan berpasangan untuk <i>quality</i>	0,074	0,033	Syarat terpenuhi

[Tabel 8](#) merupakan hasil perbandingan dengan semua kriteria yang didapatkan setiap alternatif dengan nilai CR yang didapatkan $\leq 0,1$ (10%).

Analisis Menggunakan TOPSIS

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode TOPSIS, dengan data yang digunakan dari hasil perhitungan AHP yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam perhitungan TOPSIS input yang digunakan adalah hasil pembobotan AHP yang telah diperoleh sebelumnya, dengan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Matriks Normalisasi Keputusan

Dalam menyusun normalisasi matriks keputusan, dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan *transpose* pada hasil matriks keputusan pada [Tabel 9](#).

Tabel 9 Matriks Keputusan

Alternatif	Kriteria				
	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Midac	0,514	0,53	0,625	0,707	0,625
Yuasa	0,686	0,662	0,625	0,424	0,625
Rocket	0,514	0,53	0,469	0,566	0,469

Menentukan Normalisasi Matriks Keputusan Terbobot. Untuk menentukan hasil perkalian bobot dilakukan dengan mengalikan nilai bobot setiap alternatif dengan kriteria yang bersesuaian, dan didapat hasil matriks pada [Tabel 10](#).

Tabel 10 Matriks Bobot Ternormalisasi

Alternatif	Kriteria				
	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality
Midac	0,238	0,143	0,05	0,031	0,09
Yuasa	0,317	0,179	0,05	0,019	0,09
Rocket	0,238	0,143	0,037	0,025	0,068

2. Solusi ideal positif dan solusi ideal negatif

Untuk menentukan solusi ideal positif dan negatif penelitian ini menggunakan persamaan (5) dan (6) dan didapat hasil solusi ideal positif yang ditunjukkan pada [Tabel 11](#) dan [Tabel 12](#).

Tabel 11 Solusi Ideal Positif

Max	0,317	0,179	0,05	0,031	0,09	Nilai Preferensi
D ⁺	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality	
Midac	0,079	0,036	0,000	0,000	0,000	0,087
Yuasa	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012
Rocket	0,079	0,036	0,013	0,006	0,022	0,091

Tabel 12 Solusi Ideal Negatif

Max	0,238	0,143	0,037	0,019	0,068	Nilai Preferensi
D ⁻	Harga	Umur Pakai	Service	Fleksibilitas	Quality	
Midac	0,000	0,000	0,013	0,012	0,022	0,028
Yuasa	0,079	0,036	0,013	0,000	0,022	0,09
Rocket	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006

3. Menghitung jarak dan *ranking* alternatif

Dengan menggunakan persamaan [7] maka diperoleh hasil perhitungan jarak antara solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, dan untuk penetapan *ranking* diperoleh dari nilai jarak yang di peroleh, dimana jarak terbesar akan memperoleh *ranking* tertinggi. Berikut hasil dari perhitungan yang diperoleh pada [Table 13](#).

Tabel 13 Perhitungan Jarak dan *Ranking*

Alternatif	D ⁺	D ⁻	Jarak	Ranking
Midac	0,087	0,028	0,757	2
Yuasa	0,012	0,09	0,118	3
Rocket	0,091	0,006	0,938	1

Pembahasan

Berdasarkan analisis pada penelitian ini ditemukan bahwa harga merupakan prioritas pada pemilihan pemasok. Hal ini dikarenakan harga menjadi parameter bagi setiap perusahaan dalam menentukan pemasok. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian [Ats-Tsauri et al., \(2022\)](#), bahwa penelitiannya menemukan harga merupakan proses utama dalam pemilihan pemasok. Kemudian penelitian [Basuki et al., \(2019\)](#) menemukan bahwa kualitas produk menjadi prioritas dalam pemilihan pemasok, hal ini tidak sejalan dengan penelitian ini.

4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan Hasil yang diperoleh setelah melakukan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa terdapat lima kriteria yang diambil dari hasil studi literatur dari peneliti sebelumnya untuk digunakan dalam penelitian ini, yaitu harga, umur pakai, *service* memuaskan, *fleksibilitas*, dan *quality*. Setelah melakukan perhitungan bobot menggunakan metode AHP, diketahui kriteria harga menjadi kriteria paling dominan pada bobot 0,463, disusul umur pakai 0,270, *quality* 0,144, *service* 0,079, dan *fleksibilitas* 0,044. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan menggunakan AHP dan TOPSIS untuk mengevaluasi alternatif / pemasok, diketahui bahwa pemasok Rocket merupakan peringkat 1 dan menjadi prioritas untuk menjadi pemasok dalam pemilihan baterai *forklift* di industri manufaktur otomotif. Saran untuk penelitian yang perlu dikembangkan adalah dengan menambah kriteria-kriteria yang menjadi prioritas perusahaan dalam pemilihan *supplier*.

Referensi

- Apolito, L., & Hong, H. (2020). Forklift truck performance simulation and fuel consumption estimation. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(3), 689–703. <https://doi.org/10.1108/JEDT-06-2019-0165>
- Aryanto, D., & Hasibuan, S. (2021). Framework pengukuran kinerja rantai pasok industri kemasan plastik menggunakan metode SCOR-AHP. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2), 183–193. <https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i2.017>
- Atmojo, S., Dewi, S., Widhiyanta, N., & Utami, R. (2021). Sistem Informasi Rekomendasi Pemilihan Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 7(2), 85–93. <https://doi.org/10.21107/edutic.v7i2.8383>
- Ats-Tsauri, M. I., Iskandar, I., & Siregar, B. R. (2022). Strategi penentuan supplier untuk mitigasi dampak kenaikan harga bahan baku pada industri manufaktur baja lapis seng. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.22441/oe.2022.v14.i1.038>
- Basuki, M., Hidayat, M. J., & Setyawan, V. (2019). Pemilihan Supplier Industri Manufaktur dengan Pendekatan AHP dan TOPSIS. *Jurnal OPSI*, 12(2), 83–88. <https://doi.org/10.31315/opsi.v12i2.3146>
- Hassan, M. (2014). An evaluation of input and output of expert systems for selection of material handling equipment. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(7), 1049–1067. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2012-0077>
- Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan DMAIC Six Sigma Pada PT. XYZ. *Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur Sipil Industri*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v3i1.638>
- Karande, P., & Chakraborty, S. (2013). Material Handling Equipment Selection Using Weighted Utility Additive Theory. *Journal of Industrial Engineering*, 2013, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2013/268708>

- Pebakirang, S., Sutrisno, A., & Neyland, J. (2017). Penerapan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) Untuk Pemilihan Supplier Suku Cadang Di PLTD Bitung. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 32–44. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14860/14426>
- Peng, J. (2012). Selection of Logistics Outsourcing Service Suppliers Based on AHP. *Energy Procedia*, 17, 595–601. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.141>
- Ramanda, K., & Rusman, A. (2021). Implementasi Analytical Hierarchy Process Dalam Pemilihan Arduino Board. 10(1), 99–105. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v10i1.1034>
- Rasyid, M., & Wagola, E. S. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Alat Transportasi Laut Di Kabupaten Buru Menggunakan AHP (Analytic Hierarchy Process). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 9(1), 10–18. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v9i1.9025>
- Siregar, A. W. (2021). Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Pegawai Penerima Promosi Menggunakan Metode AHP Dan TOPSIS. *Seminar Nasional Riset Dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK)*, 5(1), 814–820. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v5i1.5070>
- Sahu, A. K., Sahu, A. K., & Sahu, N. K. (2017). Appraisements of material handling system in context of fiscal and environment extent: A comparative grey statistical analysis. *International Journal of Logistics Management*, 28(1), 2–28. <https://doi.org/10.1108/IJLM-09-2015-0163>
- Saryatmo, M. A., . A., & Kristian, I. E. (2017). Penilaian Kinerja Customer Relationship Management Dalam Industri Perbankan Dengan Menggunakan Metode Analisis Hierarchy Process (Studi Kasus Pada Bank. Xxx). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 94–101. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v3i2.496>
- Sequeira, M., & Adlemo, A. (2021). AHP-based support tools for initial screening of manufacturing reshoring decisions. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(3), 502–527. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-07-2020-0037>
- Setiawan, S., Setiawan, I., Jaqin, C., Prabowo, H. A., & Purba, H. H. (2021). Integration of waste assessment model and lean automation to improve process cycle efficiency in the automotive industry. *Quality Innovation Prosperity*, 25(3), 48–64. <https://doi.org/10.12776/qip.v25i3.1613>
- Singh, R., Avikal, S., Rashmi, R., & Ram, M. (2020). A Kano model, AHP and TOPSIS based approach for selecting the best mobile phone under a fuzzy environment. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 37(6–7), 837–851. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2020-0022>
- Septiani, Triwulandari, E. F. H. (2021). *Analisis Keputusan: Teori dan Implementasi*. Nas Media Pustaka.
- Teixeira, A. C. R., & Sodr e, J. R. (2018). Impacts of replacement of engine powered vehicles by electric vehicles on energy consumption and CO2 emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 375–384. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.01.004>
- Umar, R., Fadlil, A., & Yuminah, Y. (2018). Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode AHP untuk Penilaian Kompetensi Soft Skill Karyawan. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 4(1), 27. <https://doi.org/10.23917/khif.v4i1.5978>