

ANALISIS PEMILIHAN *SUPPLIER* BAHAN BAKU ALUMINIUM PADA PT XYZ MENGGUNAKAN METODE *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)*

Samuel Sinaga¹⁾, Tia Octo Yuneta²⁾

^{1,2)} Prodi Teknik Industri (Kampus Kabupaten Banyumas), Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom
Email: samuelsinagass@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak, Penelitian ini bertujuan menentukan *supplier* terbaik untuk bahan baku aluminium di PT XYZ, PT XYZ saat ini tidak mempunyai trik dalam penentuan pemasok yang terbaik sehingga bahan baku di PT XYZ sering mengalami kekosongan yang dampaknya dapat menghambat proses produksi. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan pendekatan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan menemukan bahwa kriteria yang paling berpengaruh adalah kualitas dengan bobot 0,68, diikuti oleh harga dan ketersediaan masing-masing dengan bobot 0,13, serta lama pengiriman dengan bobot 0,06. Hasilnya menunjukkan PT AL sebagai pemasok utama dengan bobot 0,35, disusul PT DL dengan bobot 0,29, PT LJA dengan bobot 0,19, dan PT MM dengan bobot 0,17.

Kata Kunci : AHP, Bahan Baku, Kriteria, *Supplier*

PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi *sparepart* roda dua dan roda empat, menghadapi kendala serius dalam hal pasokan bahan baku aluminium. Kekosongan bahan baku ini bukan hanya sekadar hambatan operasional, tetapi juga dapat menyebabkan keterlambatan dalam memenuhi pesanan pelanggan. Bahan baku tersebut, yang merupakan komponen vital dalam produksi, diperoleh melalui sejumlah pemasok atau *supplier* (Arina dkk., 2021). *Supplier* diartikan sebagai organisasi yang menyediakan sumber daya yang diperlukan oleh pelanggan, baik berupa material maupun layanan non-material (Hasiani dkk., 2021)

Pentingnya pemilihan *supplier* tidak bisa diabaikan, mengingat dampaknya yang signifikan terhadap kualitas dan ketersediaan produk akhir. Penelitian Anwar dkk. (2021) dijelaskan tujuan utama dari proses pemilihan *supplier* adalah untuk mengidentifikasi pemasok yang dapat efisien memenuhi kebutuhan perusahaan secara konsisten, sambil meminimalkan risiko terkait pengadaan bahan baku dan komponen. Saat ini, PT XYZ bekerja sama dengan empat *supplier*, yaitu PT MM, PT AL, PT DL, dan PT LJA. Adapun kriteria - kriteria yang digunakan PT XYZ dalam pemilihan *supplier* adalah kualitas, harga, lama pengiriman dan ketersediaan. Keempat kriteria ini menjadi hal penting dalam memastikan pemilihan *supplier* Adapun secara

rinci kriteria pemilihan *supplier* tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Dalam Pemilihan *Supplier*

<i>Supplier</i>	Kualitas	Harga	Lama Pengiriman	Ketersediaan
PT MM	85%	37.000	3 Hari	60%
PT AL	94%	39.000	5 Hari	80%
PT DL	90%	41.500	6 Hari	90%
PT LJA	80%	34.500	2 Hari	60%

Sumber: Data Perusahaan

Saat ini PT XYZ melakukan pembagian jatah pesanan dilakukan secara random dan tidak ada trik khusus dalam menentukan *supplier*. Sehingga muncul tantangan yang dihadapi adalah tidak konsistennya waktu pengiriman dari para pemasok, seperti tidak sesuai dengan estimasi yang telah ditetapkan. Hal ini berpotensi memengaruhi rencana produksi dan pengadaan bahan baku PT XYZ.

Pemesanan bahan baku di PT XYZ disesuaikan dengan kebutuhan produksi tanpa adanya stok aman, namun sering kali menghadapi keterlambatan pengiriman dari pihak *Supplier*. Situasi ini menimbulkan tantangan dalam menjaga kelancaran proses produksi karena pesanan bahan baku yang telat dikirim dapat mengganggu jadwal produksi yang telah ditetapkan. Adapun data keterlambatan pengiriman dari *supplier* sebagai berikut.

Tabel 2. Persentase Keterlambatan Pengiriman Bahan Baku

Nama Supplier	Total Keterlambatan			
	Oktob er	Novemb er	Desemb er	Janua ri
PT MM	1 Hari	Tidak Ada	2 Hari	Tidak Ada
PT AL	2 Hari	1 Hari	Tidak Ada	2 Hari
PT DL	2 Hari	Tidak Ada	3 Hari	1 Hari
PT LJA	Tidak Ada	3 Hari	1 Hari	2 Hari

Sumber: Data Perusahaan

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa dari 4 (empat) pemasok aluminium yang bekerja sama dengan perusahaan PT XYZ, masing-masing mengalami tingkat keterlambatan yang bervariasi. Keterlambatan ini dapat berpotensi menciptakan kekosongan atau kekurangan dalam pasokan bahan baku aluminium yang sangat vital bagi operasional perusahaan. Dengan adanya variasi dalam keterlambatan tersebut, PT XYZ mungkin menghadapi tantangan dalam menjaga konsistensi dan kelancaran produksi mereka. Kondisi ini menyoroti pentingnya untuk mempertimbangkan pemasok bagi PT XYZ. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan *supplier* terbaik bahan baku aluminium pada PT XYZ. *Supplier* yang berada di peringkat satu akan didahulukan sebagai prioritas utama. Sesuai dengan pertimbangan dari kriteria - kriteria yang telah ditetapkan perusahaan.

METODE

Objek dan Subjek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah pemilihan *supplier* dan subjek nya adalah PT XYZ.

Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Observasi

Metode observasi digunakan untuk melakukan pengamatan langsung dilikungan perusahaan PT XYZ guna memahami secara detail proses pengadaan bahan baku yang secadang berlangsung.

b. Wawancara

Wawancara merupakan teknik yang digunakan untuk memperoleh data atau informasi dengan melakukan tanya jawab langsung kepada pihak PT XYZ terutama bagian pengadaan bahan baku

c. Studi Pustaka

Pengumpulan data dilakukan dengan meneliti literatur, mengkaji laporan - laporan serta menyelidiki hasil penelitian terdahulu secara relevan dengan permasalahan penelitian.

Analitycal Hierarchy Process (AHP)

AHP (*Analytical Hierarchy Process*) adalah metode pendukung keputusan yang diperkenalkan oleh Thomas L. Saaty pada dekade 1970-an (Parasian dan Setyadi, 2019). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memecah masalah kompleks dengan multi kriteria menjadi struktur hirarki (Wahyu dan Pulansari, 2024). Konteks AHP, hirarki digunakan sebagai representasi visual untuk memvisualisasikan masalah kompleks atau rumit dalam bentuk struktur multi-level (Saputra dan Nugraha, 2020). Salah satu keunggulan yang membedakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam konteks pengambilan keputusan adalah kemampuannya untuk direpresentasikan secara grafis (Linda dkk., 2023). Keunggulan ini memudahkan semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan untuk memahami dengan jelas struktur dan hubungan antara kriteria serta alternatif dalam suatu masalah (Azhar, 2019).

Langkah-langkah penggunaan metode AHP, seperti yang dijelaskan oleh (Lestiani, 2021) dapat dirangkum sebagai berikut:

- Mulai dengan mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
- Buat struktur *hirarki* yang dimulai dengan tujuan umum, diikuti dengan sub tujuan, kriteria, dan alternatif pada tingkat kriteria paling bawah.
- Buat *matriks* perbandingan berpasangan untuk mengevaluasi kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan penilaian subjektif dari pengambil keputusan terkait tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya.

- d. Lakukan perbandingan berpasangan untuk mendapatkan seluruh penilaian, yang berjumlah $n \times [(n-1)/2]$, dengan n adalah jumlah elemen yang dibandingkan.
- e. Hitung nilai *eigen* dan uji konsistensinya; jika konsistensinya tidak memenuhi standar, ulangi pengambilan data.
- f. Ulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk semua tingkatan hirarki.
- g. Hitung *vektor eigen* dari setiap *matriks* perbandingan berpasangan; nilai *vektor eigen* ini akan menjadi bobot bagi setiap elemen. Langkah ini digunakan untuk mensintesis penilaian dalam menetapkan prioritas elemen-elemen pada hirarki terendah hingga mencapai tujuan.
- h. Periksa konsistensi *hirarki*, jika nilai konsistensinya melebihi 10% (>0.1), maka penilaian dari perbandingan berpasangan perlu diperbaiki.

Saat menggunakan teknik AHP untuk analisis pemikiran logis dalam menyelesaikan masalah, terdapat banyak aspek yang perlu diperhitungkan, sebagaimana dijelaskan oleh (Mahendra dan Putri, 2019) dengan prinsip dasar penyelesaian persoalan AHP.

Dekomposisi atau *decomposition*

Dekomposisi adalah proses pemecahan dan pembagian masalah secara menyeluruh menjadi elemen-elemen dalam hirarki pengambilan keputusan, di mana setiap elemen memiliki keterkaitan (Phanata dkk., 2022). Hirarki ini dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu lengkap (*complete*) dan tidak lengkap (*incomplete*). Hirarki Keputusan dianggap lengkap ketika semua elemen pada setiap tingkat terhubung secara langsung dengan elemen berikutnya. Sebaliknya, hirarki Keputusan dianggap tidak lengkap jika elemennya tidak terhubung secara penuh pada tingkatan tertentu (Luqman dan Maschan, 2023).

Comparative Judgment (Perbandingan Penilaian)

Perbandingan penilaian yaitu sebuah penilaian tentang kepentingan antara dua elemen ditingkatkan tertentu yang berbentuk *matriks* dengan skala prioritas (Wibowo dan Nisaa, 2020).

Adapun penyusunan skala perbandingan adalah sebagai berikut (Yonathan, 2020):

Tabel 3. Skala Perbandingan

Nilai	Keterangan
1	A sama penting (<i>Equal</i>) dengan B
3	A sedikit lebih penting (<i>Moderate</i> dari B)
5	A Jelas penting (<i>strong</i>) B
7	A sangat Mutlak lebih penting (<i>Very Strong</i>) dari B
9	A Mutlak lebih penting (<i>Extreme</i>) dari B
2,4,6,8	Apakah ragu – ragu antara 2 nilai yang berdekatan
1/(1-9)	Kebalikan nilai tingkat kepentingan dari skala 1-9

Sumber : (Yonathan, 2020)

Synthesis Of Priority

Perhitungan *Eigen vector* digunakan untuk menemukan *local priority*. *Local priority* atau keseluruhan didapatkan dari hasil pertimbangan perbandingan berpasangan. Adapun hal – hal yang dilakukan dalam langkah ini (Lukmandono dkk., 2019) yaitu:

- a. Menjumlahkan nilai pada tiap kolom pada *matriks*
- b. Membagi nilai dari tiap kolom dengan total kolom untuk mendapatkan normalisasi *matriks*
- c. Menjumlahkan nilai dari tiap baris dan membagi dengan jumlah elemen untuk mendapat nilai rata rata

Mengukur Konsistensi

Dalam membuat keputusan, penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada karena kita tidak menginginkan keputusan berdasarkan pertimbangan konsistensi yang rendah. Hal – hal yang dilakukan dalam langkah ini (Fahmi dkk., 2019) sebagai berikut:

- a. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada kolom kedua dengan prioritas relatif elemen kedua, dan seterusnya.
- b. Jumlah setiap baris
- c. Hasil dari penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas relative yang bersangkutan
- d. Jumlahkan hasil bagi diatas dengan elemen prioritas relative yang bersangkutan
- e. Jumlahkan hasil bagi diatas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya

disebut λ Max dengan rumus pada persamaan 1

$$\lambda \text{ Max} = (\text{Pr1} \times \text{Jkp1}) + (\text{Pr2} \times \text{Jkp2}) + \dots + (\text{Prn} \times \text{Jkn}) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

λ Max = Nilai Eigen

Jkp = Jumlah kolom per kriteria

Pr = Nilai prioritas

- f. Hitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus persamaan 2.

$$\text{CI} = (\lambda \text{ Max} - n) / n \dots \dots \dots (2)$$

Dimana n = banyaknya elemen

- g. Hitung rasio konsistensi (*Consistency Ratio*) dengan rumus persamaan 3.

$$\text{CR} = \text{CI} / \text{IR} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Index*

IR = Indeks Random

Consistency

- h. Memberikan konsistensi hierarki. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data *judgement* harus diperbaiki. Namun jika rasio konsistensi (CI/CR) kurang atau sama dengan 0.1, maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar. Daftar indeks random konsistensi (IR) bisa dilihat di tabel.

i.

Tabel 4. Daftar Indeks IR

Ukuran Matriks	Nilai IR
1,2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48

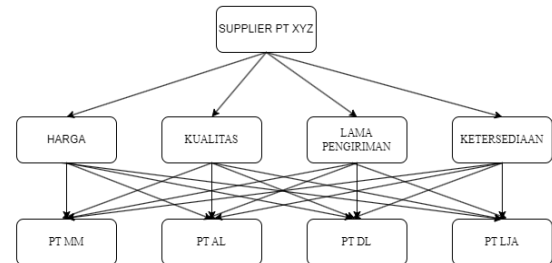
Sumber : (Fahmi dkk., 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Hirarki

PT ZXY memiliki empat alternatif sebagai pemasok bahan baku aluminium yaitu PT MM, PT AL, PT DL, dan PT LJA. Standar yang digunakan PT XYZ untuk mengevaluasi

supplier bahan baku aluminium adalah Harga, Kualitas, Lama Pengiriman dan (Ketersediaan). Kriteria dan alternatif *supplier* dalam pemilihan *supplier* bahan baku aluminium disusun hingga menghasilkan struktur hirarki pemilihan *Analytica Hierarchy Process* (AHP) seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1. Struktur Hirarki PT XYZ

Sumber: Pengolahan Data

Perbandingan Antar Kriteria

Langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan antar kriteria yang tujuannya untuk menemukan kriteria yang paling di prioritaskan. Adapun nilai perbandingan setiap kriteria seperti yang tercantum di tabel 5.

Tabel 5. Nilai Perbandingan Semua Kriteria

Kriteria	Harga	Kualitas	Lama Pengiriman	Ketersediaan
Harga	1,00	0,14	3,00	1,00
Kualitas	7,00	1,00	7,00	7,00
Lama Pengiriman	0,33	0,14	1,00	0,33
Ketersediaan	1,00	0,14	3,00	1,00

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 5, merupakan nilai perbandingan semua kriteria yang didapatkan berdasarkan wawancara. Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan Excel, termasuk menghitung nilai dari setiap kolom pada matriks, normalisasi matriks, dan pembobotan, adapun hasil akhirnya seperti yang tercantum di Tabel 6. Langkah-langkah ini memungkinkan untuk mengevaluasi bobot relatif dari setiap alternatif, sehingga keputusan yang dibuat lebih terarah dan didasarkan pada data yang tersedia.

Tabel 6. Hasil Nilai Vektor dan Pembobotan Semua Kriteria

Kriteria	Harga	Kualitas	Lama Pengiriman	Ketersediaan	Prioritas Vektor	Bobot Kriteria
Harga	0,11	0,10	0,21	0,11	0,53	0,13
Kualitas	0,75	0,70	0,50	0,75	2,70	0,68
Lama Pengiriman	0,04	0,10	0,07	0,04	0,24	0,06
Ketersediaan	0,11	0,10	0,21	0,11	0,53	0,13
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	

Sumber: Pengolahan Data

Setelah memperoleh nilai vektor dan menentukan bobot untuk setiap kriteria, langkah selanjutnya adalah memastikan konsistensi hasil penilaian untuk menjaga validitas analisis. Konsistensi ini diperiksa dengan menghitung nilai *eigen value*, di mana bobot setiap kriteria dikalikan dengan total nilai pada matriks awal, menghasilkan nilai eigen sebesar 4,28. Nilai ini selanjutnya digunakan untuk menghitung Consistency Index (CI) dengan rumus $CI = \frac{eigen\ value - n}{n - 1}$ yang menghasilkan CI sebesar 0,09. Setelah itu, perhitungan dilanjutkan dengan menghitung Consistency Ratio (CR) menggunakan rumus $CR = \frac{CI}{IR}$, diketahui jumlah komponen perbandingan berpasangan dari keseluruhan kriteria, yaitu 4, dan nilai IR sebesar 0,90. Hasil perhitungan ini memberikan nilai CR sebesar 0,10. Karena CR yang diperoleh kurang dari 0,1, perhitungan dianggap **konsisten dan valid**, menunjukkan bahwa bobot yang ditetapkan pada setiap kriteria telah diterapkan dengan tepat dan konsisten dalam keseluruhan proses analisis.

Dari tabel di atas terlihat bahwa bobot untuk setiap kriteria adalah sebagai berikut: harga memiliki bobot 0,13, kualitas dengan bobot tertinggi 0,68, lama pengiriman sebesar 0,06, dan ketersediaan sebesar 0,13. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kriteria kualitas merupakan prioritas utama dalam pemilihan supplier, yang menunjukkan bahwa PT XYZ memprioritaskan standar kualitas dalam pengambilan keputusan pemasoknya. Sementara itu, kriteria harga dan ketersediaan, yang memiliki bobot sama sebesar 0,13, dinilai penting namun berada di bawah kualitas. Sedangkan lama pengiriman, dengan bobot terendah sebesar 0,06, dianggap relatif kurang signifikan dibandingkan ketiga kriteria lainnya. Analisis ini menunjukkan bahwa

fokus utama perusahaan adalah memastikan kualitas tinggi pada bahan baku atau produk dari supplier, sementara faktor harga dan ketersediaan dipertimbangkan sebagai aspek penting yang mendukung efektivitas biaya dan kontinuitas pasokan.

Perbandingan Antar Alternatif Supplier Setiap Kriteria

Penilaian Alternatif Supplier Berdasarkan Kriteria Kualitas

Setelah menyelesaikan perhitungan untuk menetapkan kriteria prioritas, langkah berikutnya adalah menentukan nilai alternatif bagi setiap supplier berdasarkan kriteria utama, yaitu kualitas. Tahap ini dilakukan dengan mengevaluasi dan membandingkan masing-masing supplier terhadap standar kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sebagaimana tercantum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Perbandingan Kriteria Kualitas

Kualitas	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA
PT MM	1	0,33	0,33	2
PT AL	3	1	2	3
PT DL	3	0,50	1	3
PT LJA	0,50	0,33	0,33	1

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 7 menunjukkan nilai perbandingan berdasarkan kriteria kualitas untuk setiap alternatif supplier, yang menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut. Perhitungan nilai ini akan dilakukan menggunakan Excel, dimulai dengan langkah-langkah menghitung jumlah nilai pada setiap kolom dalam matriks untuk memahami distribusi skor antar supplier. Selanjutnya, dilakukan proses normalisasi matriks yang bertujuan untuk menyetarakan nilai-nilai dalam matriks agar lebih mudah dibandingkan. Setelah normalisasi, dilakukan pembobotan terhadap nilai yang dihasilkan,

sehingga bobot relatif dari setiap alternatif supplier dapat dihitung dan diinterpretasikan secara lebih mendalam. Dari proses ini, diperoleh hasil yang tercantum dalam Tabel 8, yang menampilkan evaluasi komprehensif dari setiap alternatif berdasarkan bobot yang dihasilkan. Langkah-langkah ini mendukung

analisis yang lebih terarah dan berbasis data dalam pemilihan supplier, memungkinkan perusahaan untuk mengambil keputusan yang didasarkan pada evaluasi kualitas secara objektif dan terstruktur, seperti yang terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Nilai Vektor dan Pembobotan Kriteria Kualitas

Kualitas	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA	Prioritas Vektor	Bobot Kriteria
PT MM	0,13	0,15	0,09	0,22	0,60	0,15
PT AL	0,40	0,46	0,55	0,33	1,74	0,44
PT DL	0,40	0,23	0,27	0,33	1,24	0,31
PT LJA	0,07	0,15	0,09	0,11	0,42	0,11
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	

Sumber: Pengolahan Data

Langkah selanjutnya dalam proses evaluasi adalah mengukur konsistensi dari hasil penilaian yang telah dilakukan sebelumnya. Proses ini dimulai dengan perhitungan nilai *eigen value*, yang diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria dengan total jumlah pada matriks awal, menghasilkan nilai eigen sebesar 4,08. Setelah mendapatkan nilai vektor eigen, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI) menggunakan rumus $CI = \frac{eigen\ value - n}{n - 1}$, yang menghasilkan nilai CI sebesar 0,05. Kemudian, *Consistency Ratio* (CR) dihitung $CR = \frac{CI}{IR}$, berdasarkan jumlah komponen perbandingan berpasangan dari seluruh kriteria, yang diketahui berjumlah 4, dengan nilai Random Index (IR) sebesar 0,90. Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai CR sebesar 0,06. Hasil ini menunjukkan bahwa CR yang diperoleh kurang dari 0,1, yang berarti perhitungan tersebut **konsisten dan valid**, sehingga dapat dipastikan bahwa penilaian yang dilakukan tidak hanya akurat tetapi juga dapat diandalkan.

Berdasarkan analisis dari Tabel 8, bobot kriteria kualitas untuk masing-masing supplier adalah sebagai berikut: PT MM dengan bobot 0,15, PT AL dengan bobot 0,44, PT DL dengan bobot 0,31, dan PT LJA dengan bobot 0,11. Dari bobot yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa supplier yang diutamakan berdasarkan kriteria kualitas adalah PT AL, diikuti oleh PT DL. Keduanya menunjukkan bobot yang signifikan, mencerminkan keunggulan dalam memenuhi standar kualitas

yang diharapkan oleh perusahaan. PT MM berada di urutan ketiga, menunjukkan potensi yang perlu dipertimbangkan, sementara PT LJA, yang memiliki bobot terendah, mungkin memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk memahami faktor yang mempengaruhi penilaian. Analisis ini menegaskan pentingnya pemilihan supplier yang tepat untuk menjaga standar kualitas produk yang tinggi, serta mendukung strategi pengadaan yang efisien dan efektif.

Penilaian Alternatif Supplier Berdasarkan Kriteria Harga

Langkah selanjutnya dalam proses pemilihan supplier adalah menentukan nilai alternatif bagi setiap supplier berdasarkan kriteria harga, sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 9. Proses ini melibatkan evaluasi dan perbandingan harga yang ditawarkan oleh masing-masing supplier, yang penting untuk memastikan bahwa perusahaan mendapatkan penawaran terbaik yang sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan. Dengan menganalisis harga dari berbagai alternatif supplier, perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi dan strategis. Tabel 9 menyajikan data yang diperlukan untuk memudahkan analisis ini, memungkinkan pengambilan keputusan yang efektif dalam pemilihan supplier yang tidak hanya mempertimbangkan kualitas tetapi juga aspek biaya, sehingga mendukung tujuan efisiensi dan keberlanjutan operasional perusahaan.

Tabel 9. Nilai Perbandingan Kriteria Harga

Harga	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA
PT MM	1	3	7	0,33
PT AL	0,33	1	3	0,14
PT DL	0,14	0,33	1	0,11
PT LJA	3	7	9	1

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 9 merupakan nilai perbandingan berdasarkan kriteria harga untuk setiap supplier, yang diisi pada saat wawancara. Nilai-nilai yang tertera dalam tabel ini akan digunakan untuk analisis lebih lanjut melalui perhitungan menggunakan Excel. Proses ini dimulai dengan menghitung nilai dari setiap

kolom pada matriks, yang bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi harga di antara berbagai supplier. Selanjutnya, dilakukan normalisasi matriks untuk memastikan bahwa semua nilai dapat dibandingkan secara proporsional, sehingga menghindari bias dalam analisis. Setelah proses normalisasi, langkah berikutnya adalah pembobotan, yang menghasilkan bobot relatif untuk setiap supplier berdasarkan kriteria harga. Hasil akhir dari analisis ini akan ditampilkan dalam Tabel 10, yang memberikan gambaran jelas tentang posisi masing-masing supplier dalam hal harga, dan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih terarah dan berbasis data.

Tabel 10. Hasil Nilai Vektor dan Pembobotan Kriteria Harga

Harga	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA	Prioritas Vektor	Bobot Kriteria
PT MM	0,22	0,26	0,35	0,21	1,05	0,26
PT AL	0,07	0,09	0,15	0,09	0,40	0,10
PT DL	0,03	0,03	0,05	0,07	0,18	0,05
PT LJA	0,67	0,62	0,45	0,63	2,37	0,59
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	

Sumber: Pengolahan Data

Langkah selanjutnya dalam proses evaluasi adalah mengukur konsistensi dari hasil penilaian yang telah dilakukan sebelumnya. Proses ini dimulai dengan perhitungan nilai *eigen value*, yang diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria dengan total jumlah pada matriks awal, menghasilkan nilai *eigen* sebesar 4,14. Setelah mendapatkan nilai vektor *eigen*, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI) menggunakan rumus $CI = \frac{eigen\ value - n}{n - 1}$, menghasilkan nilai CI sebesar 0,05. Selanjutnya, *Consistency Ratio* (CR) dihitung dengan $CR = \frac{CI}{IR}$, memperhatikan jumlah komponen perbandingan berpasangan dari seluruh kriteria, yang diketahui berjumlah 4, dan menggunakan nilai *Random Index* (IR) sebesar 0,90. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai CR sebesar 0,05, yang kurang dari 0,1, menandakan bahwa perhitungan tersebut **konsisten dan valid**. Hal ini memberikan keyakinan bahwa metode penilaian yang digunakan dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan lebih lanjut.

Berdasarkan analisis yang tercantum dalam Tabel 10, bobot kriteria harga untuk masing-masing supplier adalah sebagai berikut: PT MM dengan bobot 0,26, PT AL dengan bobot 0,10, PT DL dengan bobot 0,03, dan PT LJA dengan bobot 0,59. Dari bobot yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa supplier yang diutamakan berdasarkan kriteria harga adalah PT LJA, diikuti oleh PT MM. PT AL berada di urutan ketiga, sementara PT DL memiliki bobot terendah. Ini menunjukkan bahwa PT LJA menawarkan harga yang paling kompetitif, sehingga menjadi pilihan utama untuk dipertimbangkan dalam proses pengadaan. Dengan fokus pada PT LJA dan PT MM sebagai alternatif kedua, perusahaan dapat memastikan bahwa mereka memaksimalkan efisiensi biaya tanpa mengorbankan kualitas. Analisis ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan kriteria harga dalam pengambilan keputusan strategis untuk mencapai keseimbangan antara biaya dan kualitas dalam memilih supplier yang tepat.

Penilaian Alternatif Supplier Berdasarkan Kriteria Lama Pengiriman

Kriteria ketiga yang menjadi dasar penilaian alternatif supplier adalah kriteria lama pengiriman, yang tercantum dalam Tabel 11. Kriteria ini sangat penting dalam proses pemilihan supplier, karena waktu pengiriman yang efisien dapat berdampak signifikan pada kelancaran operasional perusahaan. Dengan menganalisis lama pengiriman dari masing-masing supplier, perusahaan dapat mengevaluasi kemampuan mereka dalam memenuhi tenggat waktu dan kebutuhan logistik.

Table 11. Nilai Perbandingan Kriteria Lama Pengiriman

Lama Pengiriman	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA
PT MM	1	5	5	0,33
PT AL	0,20	1	0,50	0,14
PT DL	0,20	2	1	0,14
PT LJA	3	7	7	1

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 12. Hasil Nilai Vektor dan Pembobotan Kriteria Lama Pengiriman

Lama Pengiriman	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA	Prioritas Vektor	Bobot Kriteria
PT MM	0,42	0,38	0,43	0,42	1,65	0,41
PT AL	0,08	0,08	0,04	0,08	0,29	0,07
PT DL	0,08	0,15	0,09	0,08	0,41	0,10
PT LJA	0,42	0,38	0,43	0,42	1,65	0,41
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	

Sumber: Pengolahan Data

Langkah selanjutnya dalam proses evaluasi adalah mengukur konsistensi dari hasil penilaian yang telah dilakukan sebelumnya. Proses ini dimulai dengan perhitungan nilai *eigen value*, yang diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria dengan total jumlah pada matriks awal, menghasilkan nilai *eigen* sebesar 4,09. Setelah mendapatkan nilai vektor *eigen*, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI) menggunakan rumus $CI = \frac{eigen\ value - n}{n - 1}$, menghasilkan nilai CI sebesar 0,03. Selanjutnya, *Consistency Ratio* (CR) dihitung $CR = \frac{CI}{IR}$, berdasarkan jumlah komponen perbandingan berpasangan dari seluruh alternatif, yang diketahui berjumlah 4, dengan nilai *Random Index* (IR) sebesar 0,90. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai CR sebesar

Tabel 11 merupakan nilai perbandingan berdasarkan kriteria lama pengiriman untuk setiap supplier. Nilai-nilai ini akan dianalisis lebih lanjut menggunakan perhitungan Excel, yang meliputi beberapa langkah penting. Pertama, nilai-nilai dari setiap kolom pada matriks akan dihitung untuk menentukan distribusi lama pengiriman yang ditawarkan oleh masing-masing supplier. Setelah itu, dilakukan proses normalisasi matriks untuk memastikan bahwa semua nilai dapat dibandingkan secara proporsional, sehingga memberikan gambaran yang lebih akurat tentang performa pengiriman setiap supplier. Langkah terakhir adalah pembobotan, yang menghasilkan bobot relatif untuk masing-masing supplier berdasarkan kriteria lama pengiriman. Hasil dari seluruh proses ini akan disajikan dalam Tabel 12, yang memberikan informasi yang diperlukan untuk mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam pemilihan supplier, dengan fokus pada efisiensi pengiriman yang dapat berdampak positif terhadap rantai pasokan perusahaan.

0,03, yang menunjukkan bahwa nilai tersebut kurang dari 0,1, menandakan bahwa perhitungan ini konsisten dan valid. Konsistensi ini penting untuk memastikan bahwa penilaian yang dilakukan dapat diandalkan dan memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan.

Berdasarkan analisis dari Tabel 12, bobot kriteria lama pengiriman untuk masing-masing supplier adalah sebagai berikut: PT MM dengan bobot 0,41, PT AL dengan bobot 0,07, PT DL dengan bobot 0,10, dan PT LJA dengan bobot 0,41. Hasil ini menunjukkan bahwa PT LJA dan PT MM memiliki bobot tertinggi dalam kriteria lama pengiriman, menandakan kemampuan mereka untuk memenuhi tenggat waktu yang ditetapkan dengan baik. Hal ini menjadikan keduanya sebagai pilihan utama dalam proses pemilihan supplier berdasarkan kriteria pengiriman. Di sisi lain, PT AL dan PT DL menunjukkan

bobot yang lebih rendah, mencerminkan bahwa mereka mungkin kurang efisien dalam hal pengiriman. Dengan informasi ini, perusahaan dapat mengambil keputusan yang lebih terinformasi mengenai pilihan supplier, memastikan bahwa mereka memilih mitra yang dapat mendukung kelancaran operasional dan memenuhi kebutuhan logistik secara optimal.

Penilaian Alternatif Supplier Berdasarkan Kriteria Ketersediaan

Kriteria terakhir yang menjadi penentu nilai alternatif supplier adalah kriteria ketersediaan, yang penting dalam memastikan bahwa supplier dapat memenuhi permintaan produk atau layanan yang diperlukan oleh perusahaan. Adapun nilai perbandingan untuk kriteria ketersediaan di setiap supplier disajikan dalam Tabel 13. Ketersediaan ini mencakup kemampuan supplier untuk menyediakan barang dalam jumlah yang cukup dan dalam waktu yang tepat, yang menjadi faktor krusial dalam menjaga kelancaran operasional. Dengan menganalisis ketersediaan setiap supplier, perusahaan dapat menilai sejauh mana masing-masing supplier dapat diandalkan untuk mendukung kebutuhan produksi dan distribusi. Tabel 13 memberikan data yang diperlukan

Tabel 13. Nilai Perbandingan Kriteria Ketersediaan

Ketersediaan	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA
PT MM	1	0,2	0,2	1
PT AL	5	1	0,33	5
PT DL	5	3	1	5
PT LJA	1	0,2	0,2	1

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 13 merupakan nilai perbandingan kriteria ketersediaan di setiap *supplier*, yang memberikan gambaran mengenai kemampuan masing-masing supplier dalam menyediakan barang atau layanan yang diperlukan oleh perusahaan. Nilai-nilai ini akan dihitung lebih lanjut menggunakan Excel dengan beberapa langkah analisis. Proses ini dimulai dengan menghitung nilai dari setiap kolom pada matriks untuk memahami distribusi ketersediaan dari tiap supplier. Selanjutnya, dilakukan normalisasi matriks untuk memastikan bahwa nilai-nilai tersebut dapat dibandingkan secara proporsional. Akhirnya, langkah pembobotan akan menghasilkan bobot relatif untuk masing-masing supplier berdasarkan kriteria ketersediaan, yang hasil akhirnya akan disajikan dalam Tabel 14. Melalui proses ini, perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan strategis dalam pemilihan supplier yang paling dapat diandalkan dalam memenuhi kebutuhan ketersediaan.

Tabel 14. Hasil Nilai Vektor dan Pembobotan Kriteria Ketersediaan

Ketersediaan	PT MM	PT AL	PT DL	PT LJA	Prioritas Vektor	Bobot Kriteria
PT MM	0,08	0,05	0,12	0,08	0,33	0,08
PT AL	0,42	0,23	0,19	0,42	1,25	0,31
PT DL	0,42	0,68	0,58	0,42	2,09	0,52
PT LJA	0,08	0,05	0,12	0,08	0,33	0,08
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	

Sumber: Pengolahan Data

Langkah selanjutnya dalam proses evaluasi adalah mengukur konsistensi dari hasil penilaian yang telah dilakukan. Proses ini dimulai dengan perhitungan nilai *eigen value*, yang diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria dengan total jumlah pada matriks awal, menghasilkan nilai eigen sebesar 4,25. Setelah nilai vektor eigen diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI), menggunakan rumus

$CI = \frac{eigen\ value - n}{n - 1}$, menghasilkan nilai CI sebesar 0,08. Kemudian, *Consistency Ratio* (CR) dihitung menggunakan $CR = \frac{CI}{IR}$, yang diketahui dari jumlah komponen perbandingan berpasangan pada seluruh alternatif sebanyak 4, dengan nilai *Random Index* (IR) sebesar 0,90. Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai CR sebesar 0,09, yang menunjukkan bahwa nilai ini kurang dari 0,1, sehingga

menunjukkan bahwa hasil perhitungan ini **konsisten dan valid** untuk pengambilan keputusan.

Analisis dari Tabel 14 menunjukkan bobot kriteria ketersediaan untuk masing-masing supplier, di mana PT MM memiliki bobot 0,08, PT AL 0,31, PT DL 0,52, dan PT LJA 0,08. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa PT DL adalah supplier yang paling diutamakan berdasarkan kriteria ketersediaan, mengindikasikan kemampuan terbaiknya dalam menyediakan barang sesuai permintaan. Diikuti oleh PT AL, yang juga menunjukkan kemampuan ketersediaan yang baik, sedangkan PT MM dan PT LJA memiliki bobot yang lebih rendah, yang menunjukkan kurangnya kemampuan mereka dalam hal ketersediaan. Dengan informasi ini, perusahaan dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dan strategis dalam memilih supplier yang tidak hanya memenuhi kualitas dan harga, tetapi juga memiliki kemampuan ketersediaan yang memadai untuk mendukung operasi bisnis secara efektif.

Pemilihan Supplier Optimasi

Setelah menentukan nilai perbandingan berpasangan dan menetapkan nilai bobot pada masing-masing kriteria maupun *supplier*, langkah berikutnya yang perlu dilakukan adalah membuat matriks perbandingan yang menyajikan nilai bobot dari kriteria dan alternatif. Matriks ini sangat penting karena berfungsi sebagai alat untuk menganalisis dan memvisualisasikan prioritas utama hingga mencapai prioritas akhir dari perbandingan berpasangan tersebut. Melalui matriks ini, dapat dilihat secara jelas bagaimana setiap kriteria saling berhubungan dan mempengaruhi nilai alternatif yang dipilih. Tabel 15 menyajikan hasil dari proses ini, yang memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih terarah dan berbasis data. Dengan menggunakan matriks perbandingan ini, perusahaan dapat mengevaluasi secara menyeluruh berbagai faktor yang mempengaruhi pilihan supplier dan merumuskan strategi yang optimal untuk mencapai tujuan pengadaan yang diinginkan.

Tabel 15. Nilai Matriks Bobot Alternatif

	KUALITAS	HARGA	LAMA PENGIRMAN	KETERSEDIAAN	TOTAL	URUTAN
PT MM	0,10	0,03	0,03	0,01	0,17	4
PT AL	0,29	0,01	0,00	0,04	0,35	1
PT DL	0,21	0,01	0,01	0,07	0,29	2
PT LJA	0,07	0,08	0,03	0,01	0,19	3
BOBOT	0,68	0,13	0,06	0,13		

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 15, dapat dilihat bahwa matriks bobot alternatif telah dibandingkan dengan kriteria yang relevan. Hasil analisis menunjukkan bahwa PT AL menduduki posisi prioritas tertinggi di antara semua supplier yang dievaluasi, dengan nilai bobot akhir mencapai 0,35. Posisi ini mencerminkan bahwa PT AL tidak hanya memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, tetapi juga menunjukkan keunggulan dalam aspek-aspek yang dianggap penting dalam proses pengadaan. Dengan bobot yang signifikan ini, PT AL menegaskan posisinya sebagai pilihan utama yang memiliki tingkat kecocokan terbaik dibandingkan dengan supplier lainnya, memberikan keyakinan kepada manajemen bahwa mereka akan mendapatkan produk dan layanan yang berkualitas tinggi.

Analisis lebih lanjut terhadap hasil ini menunjukkan bahwa keunggulan PT AL

dalam memenuhi kriteria yang telah ditetapkan mungkin disebabkan oleh sejumlah faktor, seperti kualitas produk, ketersediaan yang memadai, serta harga yang kompetitif. Prioritas yang diberikan kepada PT AL menggambarkan pengakuan terhadap kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan perusahaan secara efisien dan efektif. Selain itu, dengan memilih PT AL sebagai supplier utama, perusahaan dapat mengurangi risiko yang terkait dengan ketidakpastian dalam pasokan dan memastikan kelancaran proses operasional. Keputusan ini juga membuka peluang untuk membangun hubungan jangka panjang dengan PT AL, yang dapat memberikan keuntungan tambahan dalam hal negosiasi dan kerjasama di masa depan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP),

dapat disimpulkan bahwa kriteria yang paling berpengaruh dalam pemilihan supplier material aluminium pada PT XYZ adalah kriteria kualitas dengan bobot 0,68. Kualitas menjadi aspek utama karena produk yang berkualitas tinggi sangat penting untuk memastikan bahwa material aluminium yang diterima dapat memenuhi standar yang ditetapkan serta mendukung kelancaran proses produksi. Prioritas kedua, baik kriteria harga maupun ketersediaan, memiliki bobot yang sama yaitu 0,13, menunjukkan bahwa walaupun harga dan ketersediaan penting, mereka masih dianggap kurang signifikan dibandingkan dengan kualitas. Kriteria lama pengiriman berada di urutan terakhir dengan bobot 0,06, yang mencerminkan bahwa meskipun pengiriman yang tepat waktu penting, perusahaan lebih mengutamakan kualitas produk yang akan mereka terima.

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan secara keseluruhan, didapatkan bahwa PT AL adalah prioritas supplier utama material aluminium untuk PT XYZ dengan bobot 0,35, diikuti oleh PT DL dengan bobot 0,29. Posisi ketiga diisi oleh PT LJA dengan bobot 0,19, sementara PT MM menempati prioritas terakhir dengan bobot 0,17. Analisis ini menunjukkan bahwa pemilihan supplier dilakukan dengan pendekatan yang sistematis dan berbasis data, meminimalkan risiko kesalahan dalam pengambilan keputusan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengurangi ketidaktepatan dan ketidakpastian dalam memetakan persepsi ke angka-angka numerik, maka penggunaan metode AHP tetap dianjurkan. Metode ini tidak hanya memberikan struktur yang jelas dalam proses pemilihan, tetapi juga meningkatkan akurasi dan objektivitas dalam pengambilan keputusan strategis terkait dengan pemilihan supplier.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., Priyanto, A. and Ramdani, C. (2021) 'Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Lokasi Objek Wisata Menggunakan Metode Topsis', *Skripsi*, 5, pp. 1–9.
- Arina, F., Bahauddin, A. and Adiny, A. (2021) 'Usulan pemilihan supplier kemasan PP bag di PT X menggunakan metode fuzzy ANP dan Topsis', *Journal Industrial Serviss*, 7(1), p. 184. Available at: <https://doi.org/10.36055/jiss.v7i1.13022>.
- Azhar, Z. (2019) 'Analisis Pemilihan Mata Kuliah Praktek Menggunakan Metode AHP', *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1(September), p. 1131. Available at: <https://doi.org/10.30645/senaris.v1i0.126>.
- Fahmi, I., Kurnia, F. and E.S.Mige, G. (2019) 'Perancangan Sistem Promosi Jabatan Menggunakan Kombinasi Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Profile Matching (PM)', *Jurnal SPEKTRO*, 2(1), pp. 26–34. Available at: <http://ejurnal.undana.ac.id/spektrro/article/view/1375>.
- Hakim Luqman and Musthofa Yusuf Maschan (2023) 'Jurnal SENOPATI', pp. 69–75.
- Hasiani, F.M.U. et al. (2021) 'Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Produk Ritel dengan Metode Analytical Hierarchy Process', *Sistemasi*, 10(1), p. 139. Available at: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i1.1125>.
- Lestiani, M.E. (2021) 'Faktor-Faktor Dominan Promosi Yang Mempengaruhi Motivasi Konsumen Dalam Membeli Suatu Produk Dengan Menggunakan Metode AHP', *Industri Elektro Penerbangan (INDEPT)*, 1, pp. 15–20. Available at: <https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/62>.
- Linda et al. (2023) 'Evaluation of Business Model and the Supplier Selection of XYZ Company Using AHP Method', pp. 2220–2228. Available at: <https://doi.org/10.46254/in02.20220543>.
- Lukmandono, L. et al. (2019) 'Pemilihan Supplier Industri Manufaktur Dengan Pendekatan AHP dan TOPSIS', *Opsi*, 12(2), p. 83. Available at: <https://doi.org/10.31315/opsi.v12i2.3146>.
- Mahendra, I. and Putri, P.K. (2019) 'Implementasi Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Rumah Di Kota Tangerang', *Jurnal Teknoinfo*, 13(1), p. 36. Available at: <https://doi.org/10.33365/jti.v13i1.238>.
- Parasian, A. and Setyadi, A. (2019) 'Supplier Performance Evaluation using Analytical Hierarchy Process (AHP) Method in PT Pelita Abadi Sentosa', *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(12), pp. 337–

- 342.
- Phanata, W. *et al.* (2022) 'Evaluasi Model Bisnis dan Pemilihan Pemasok Perusahaan XYZ Menggunakan Metode AHP', pp. 16–18.
- Saputra, M.I.H. and Nugraha, N. (2020) 'Sistem Pendukung Keputusan Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) (Studi Kasus: Penentuan Internet Service Provider Di Lingkungan Jaringan Rumah)', *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 25(3), pp. 199–212. Available at: <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i3.3422>.
- Wahyu, I.P. and Pulansari, F. (2024) 'Analisis Pemilihan Supplier Bahan Baku Tas Gitar dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) di PT. True Indonesia', *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 8(1), p. 126. Available at: <https://doi.org/10.33087/ekonomis.v8i1.1278>.
- Wibowo, A. and Nisaa, I. (2020) 'Penentuan Dosen Terbaik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique For Order By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS): Studi Kasus Akademi Teknologi Bogor', *Explore IT! : Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika*, 12(2), pp. 62–74. Available at: <https://doi.org/10.35891/explorit.v12i2.2288>.
- Yonathan, Y. (2020) 'Analisis Pemilihan Vendor Terbaik dalam Pengiriman Produk Minuman dalam Kemasan Menggunakan Metode AHP dan Topsis di PT CS2 Pola Sehat', *Jurnal Logistik Indonesia*, 4(1), pp. 12–19. Available at: <https://doi.org/10.31334/logistik.v4i1.869>.