

Analisis Pemilihan *Supplier Cutting Tools* Menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (Studi Kasus di Area *Prismatic Cell* PT XYZ)

¹Hotma Rostina Gultom, ²Verani Hartati

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Widyatama, Kota Bandung

¹rostina.gultom@widyatama.ac.id, ²verani.hartati@widyatama.ac.id

Abstrak

Pemilihan *supplier* merupakan keputusan strategis dalam manajemen *supply chain* industri manufaktur, khususnya untuk komponen kritis seperti *cutting tools* yang berpengaruh langsung terhadap kualitas produksi dan efisiensi operasional. PT XYZ menghadapi kebutuhan evaluasi *supplier* guna mendukung keberlangsungan produksi sesuai standar *aerospace* AS9100D. Penelitian ini bertujuan menentukan *supplier cutting tools* terbaik menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) terhadap lima alternatif *supplier* dengan kriteria evaluasi meliputi *Quality*, *Cost*, *Delivery*, *Flexibility*, dan *Responsiveness* yang diturunkan menjadi 25 sub-kriteria. Data diperoleh melalui kuesioner perbandingan berpasangan dari lima *expert* divisi *procurement*, *quality control*, dan produksi. Hasil penelitian menunjukkan *Responsiveness* sebagai kriteria berbobot tertinggi (0,3642), diikuti *Flexibility* (0,2665), *Delivery* (0,1882), *Cost* (0,1214), dan *Quality* (0,0596). *Supplier E* terpilih sebagai *supplier* terbaik dengan bobot global 0,2655, diikuti *Supplier D* (0,2203), *Supplier C* (0,1919), *Supplier B* (0,1871), dan *Supplier A* (0,1353). Seluruh matriks perbandingan berpasangan memiliki *Consistency Ratio* (CR) < 0,1 yang menunjukkan konsistensi penilaian *valid*. Penelitian ini merekomendasikan *Supplier E* sebagai *primary supplier* dan *Supplier D* sebagai *secondary supplier* guna mengurangi ketergantungan pada *supplier* impor dan meningkatkan efisiensi pengadaan.

Kata Kunci: *Analytic Hierarchy Process*, *cutting tools*, evaluasi kinerja *supplier*, pemilihan *supplier*, *supply chain management*

I. Pendahuluan

Industri *aerospace* global menghadapi tekanan persaingan yang semakin ketat, mendorong perusahaan manufaktur untuk meningkatkan efisiensi proses, akurasi waktu pengiriman, dan konsistensi kualitas produk secara berkelanjutan. Dalam kondisi tersebut, pengelolaan *cutting tools* memiliki peran strategis karena secara langsung memengaruhi kualitas hasil *machining*, kecepatan produksi, serta efektivitas biaya operasional (Cerezo-Narváez et al., 2019). Optimalisasi *cutting tools* terbukti berdampak pada peningkatan produktivitas dan performa *supply chain*, sehingga perusahaan mampu mempertahankan daya saing di pasar *aerospace* yang sangat menuntut (Torralba-Carnerero et al., 2024).

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur komponen pesawat terbang bersertifikasi AS9100D yang berlokasi di Bandung, memproduksi komponen untuk *Airbus* dan *Boeing* meliputi *Spoiler*, *THSA*, *Aileron*, dan *Elevator* di *prismatic cell*. Data operasional tahun 2023 menunjukkan bahwa pengeluaran *cutting tools* di *prismatic cell* mencapai USD 733,529.75 atau 82,82% dari total *operational expenses* sebesar USD 885,651.99. *Prismatic cell* sendiri menyumbang 47,39% dari keseluruhan *operational expenses* Bandung *Site*, menjadikannya area dengan konsumsi biaya tertinggi dibandingkan *cell* lainnya. Kondisi ini diperburuk oleh ketergantungan tinggi terhadap *supplier* impor yang menyebabkan biaya pengadaan tidak kompetitif. Hasil analisis *fishbone* dan *5 Why Analysis* mengidentifikasi akar permasalahan utama pada tidak tersedianya sistem evaluasi teknis dan mekanisme pengembangan *vendor* lokal yang terstruktur, sehingga perusahaan tidak memiliki alternatif selain bergantung pada *supplier* impor berbiaya tinggi.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji metode pemilihan *supplier* dalam konteks industri manufaktur. (Rasmussen et al., 2023) mengonfirmasi relevansi kriteria *Quality*, *Cost*, *Delivery*, *Flexibility*, dan *Responsiveness* (QCDFR) sebagai kerangka evaluasi *supplier* pada lingkungan *aerospace* berstandar

tinggi. (Wafa & Sunitiyoso, 2025) membuktikan bahwa integrasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dengan kerangka *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) menghasilkan keputusan pemilihan *supplier* yang lebih objektif dan terukur. (Woo et al., 2021) menegaskan bahwa pengambilan keputusan strategis dalam *supply chain* harus mempertimbangkan berbagai aspek kunci secara menyeluruh guna mendukung pencapaian tujuan jangka panjang perusahaan. Namun, studi yang secara spesifik mengintegrasikan AHP dengan validasi *Software Expert Choice* dan visualisasi *Graphic Scoring Method* untuk pemilihan *supplier cutting tools* pada industri *aerospace* di Indonesia masih sangat terbatas.

Kebaruan ilmiah penelitian ini terletak pada pengembangan *framework* pemilihan *supplier cutting tools* berbasis AHP dengan 5 kriteria utama dan 25 subkriteria yang dikontekstualisasikan pada kebutuhan aktual industri *aerospace* Indonesia bersertifikasi AS9100D, divalidasi menggunakan *Software Expert Choice* 11, serta divisualisasikan melalui *Graphic Scoring Method*. Pendekatan terintegrasi ini menghasilkan rekomendasi pemilihan *supplier* yang tidak hanya objektif dan terukur, tetapi juga mudah diinterpretasikan oleh pengambil keputusan di lapangan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kriteria dan subkriteria yang relevan dalam pemilihan *supplier cutting tools* di *prismatic cell* PT XYZ, serta menentukan *supplier* paling optimal berdasarkan perhitungan AHP yang divalidasi dengan *Expert Choice* dan divisualisasikan melalui *Graphic Scoring Method*, guna menghasilkan rekomendasi pengadaan yang objektif, terukur, dan mendukung efisiensi operasional jangka panjang sesuai standar *aerospace* AS9100D.

II. Studi Literatur

Pemilihan *supplier* merupakan keputusan strategis dalam manajemen rantai pasok yang berdampak langsung terhadap efisiensi operasional dan keberlanjutan produksi. Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam konteks pemilihan *supplier* di berbagai sektor industri. (Alhaqy et al., 2018) menerapkan metode AHP dengan pendekatan *Vendor Performance Indicator* (VPI) dalam pemilihan *supplier* kayu pada industri furnitur, menghasilkan 10 indikator kinerja *vendor* dengan kriteria *quality* sebagai bobot tertinggi (0,422). Hasil serupa ditemukan oleh (Sitanggang et al., 2025) pada pemilihan *supplier* daging untuk *catering*, di mana kriteria kualitas memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,432. (Latif & Wahyuning, 2024) mengembangkan penerapan AHP dengan validasi menggunakan perangkat lunak *Expert Choice* dalam menentukan *supplier* bahan baku tebu terbaik, dengan kriteria kualitas mendominasi bobot sebesar 0,565. Sementara itu, (Shafira Winoto et al., 2024) mengevaluasi kinerja *vendor* material bangunan menggunakan metode AHP berbasis VPI dan menemukan bahwa kriteria *delivery* memiliki bobot tertinggi (0,4122), berbeda dengan temuan mayoritas penelitian sebelumnya. Dari kajian tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan kerangka QCDFR dengan 25 subkriteria yang divalidasi menggunakan *Expert Choice* dan divisualisasikan melalui *Graphic Scoring Method* dalam konteks industri *aerospace* bersertifikasi AS9100D, yang belum pernah diterapkan secara terintegrasi pada penelitian sebelumnya.

Supply Chain Management

Supply Chain Management (SCM) merupakan serangkaian metode yang menyatukan pemasok, produsen, gudang, dan pengecer secara efisien agar produk dapat diproduksi dan disalurkan dalam jumlah, lokasi, dan waktu yang tepat dengan biaya serendah mungkin (Lukman, 2021). Dalam era persaingan global, kompetisi tidak lagi terjadi antar perusahaan individu, melainkan antar sistem *supply chain* yang terintegrasi secara menyeluruh (Ambarwati Sukmono Supardi et al., 2021). Penerapan SCM yang efektif memberikan manfaat strategis berupa peningkatan kepuasan pelanggan, pengurangan biaya operasional, optimalisasi aset perusahaan, dan konsistensi kualitas produk (Novi, 2021).

Pemilihan Supplier

Pemasok (*supplier*) merupakan entitas bisnis yang memiliki kapabilitas menyediakan sumber daya yang dibutuhkan perusahaan lain, baik berupa barang jadi, bahan baku, maupun jasa pendukung operasional (Pujawan & Er, 2017). Pemilihan *supplier* yang tepat bertujuan mengidentifikasi mitra paling sesuai berdasarkan kriteria kualitas, harga, kapasitas, ketepatan pengiriman, dan keandalan layanan, sekaligus menjamin ketersediaan bahan penting dan menghindari risiko kerugian operasional. Menurut Dickson yang

dikutip oleh (Pujawan & Er, 2017), terdapat 23 kriteria umum dalam penilaian pemasok. Dalam penelitian ini, kriteria tersebut dikelompokkan ke dalam lima aspek utama yaitu *Quality*, *Cost*, *Delivery*, *Flexibility*, dan *Responsiveness* (QCDFR) yang paling relevan dengan kebutuhan teknis dan operasional industri *aerospace* bersertifikasi AS9100D.

Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

Metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) merupakan pendekatan sistematis dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan lebih dari satu kriteria secara bersamaan untuk menentukan alternatif terbaik, baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Sagena, 2023). Kompleksitas pengambilan keputusan meningkat seiring bertambahnya jumlah kriteria yang harus dipertimbangkan, sehingga proses penilaian perlu disusun secara hierarkis dan transparan (Taherdoost & Madanchian, 2023). Langkah-langkah utama dalam MCDM mencakup identifikasi masalah dan kriteria, penentuan bobot prioritas, evaluasi alternatif, hingga pemilihan alternatif terbaik.

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) merupakan metode MCDM yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. AHP memungkinkan pengambil keputusan memberikan penilaian terhadap berbagai kriteria dan alternatif secara terstruktur melalui teknik perbandingan berpasangan (Fountzoula, 2021). Metode ini dianggap lebih unggul dibandingkan metode pengambilan keputusan lainnya karena menggunakan struktur hierarki yang jelas, mempertimbangkan batas toleransi terhadap ketidakkonsistenan penilaian, serta memungkinkan analisis sensitivitas untuk mengukur dampak perubahan bobot terhadap keputusan akhir. Struktur hierarki AHP dalam penelitian ini terdiri dari empat level yaitu tujuan pemilihan *supplier cutting tools* terbaik, lima kriteria QCDFR, 25 subkriteria, dan lima alternatif *supplier*.

Expert Choice

Expert Choice versi 11 merupakan perangkat lunak berbasis metode AHP yang menyediakan struktur sistematis mulai dari identifikasi tujuan hingga pemilihan alternatif terbaik. Keunggulan utamanya meliputi antarmuka yang intuitif, kemampuan mengintegrasikan pendapat berbagai pakar melalui perhitungan *geometric mean* pada setiap perbandingan berpasangan, serta tidak adanya batasan pada jumlah level hierarki (Herdhiansyah et al., 2022). Nilai gabungan hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan tingkat konsistensi atau *Consistency Ratio* (CR) yang menjadi indikator penting dalam memastikan validitas dan reliabilitas hasil analisis (Sanyoto et al., 2017).

Graphic Scoring Method

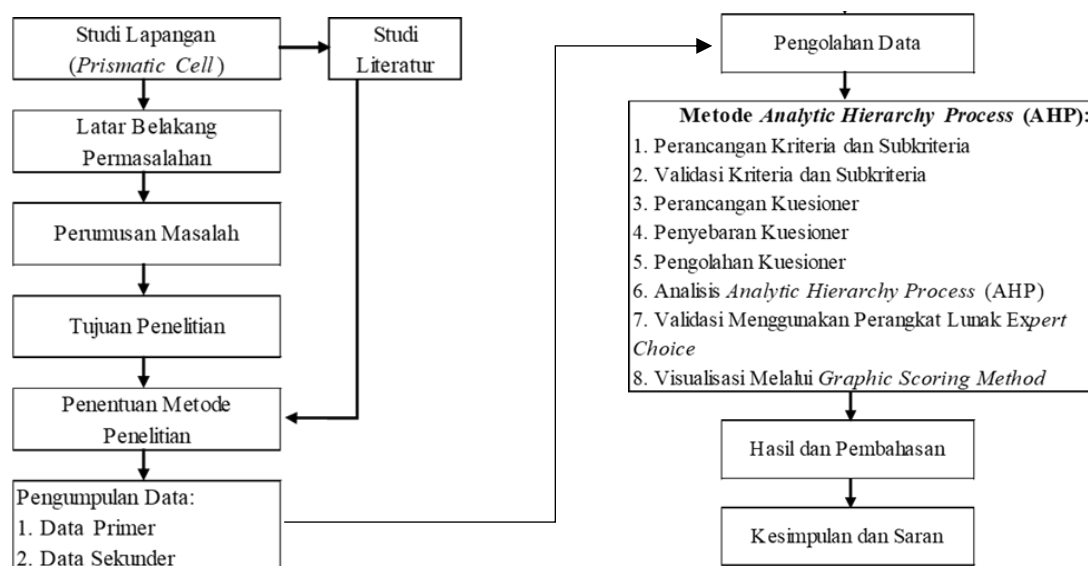
Graphic Scoring Method merupakan pendekatan penilaian kinerja berbasis visualisasi yang memiliki tiga bentuk utama: *Higher is Better* untuk indikator berorientasi peningkatan, *Smaller is Better* untuk indikator minimasi, dan *Zero-One* untuk penilaian biner bersifat *pass/fail* (Setiawan & Purba, 2020). Dalam penelitian ini, metode tersebut digunakan untuk memvisualisasikan ranking akhir kelima alternatif *supplier* secara intuitif bagi pengambil keputusan PT XYZ.

Secara keseluruhan, integrasi AHP, validasi *Expert Choice*, dan visualisasi *Graphic Scoring Method* memberikan kerangka evaluasi *supplier* yang objektif, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan, sehingga semakin relevan dalam konteks industri *aerospace* yang dinamis dan menuntut pengambilan keputusan strategis berbasis data seperti yang dihadapi PT XYZ.

III. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ, perusahaan manufaktur komponen pesawat terbang bersertifikasi AS9100D yang berlokasi di Bandung, Jawa Barat, dengan fokus penelitian pada area *prismatic cell* menggunakan data operasional tahun 2023. Pendekatan yang digunakan adalah penelitian terapan (*applied research*) dengan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui *Analytic Hierarchy Process*

(AHP) untuk mengevaluasi dan memprioritaskan alternatif *supplier cutting tools*. Tahapan metodologi penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alur Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan rinci mengenai tahapan pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Identifikasi Masalah

Tahapan ini dilakukan melalui observasi langsung di area produksi *prismatic cell* PT XYZ serta wawancara terstruktur dengan operator mesin, *leader* produksi, dan tim pemeliharaan selama periode magang di Bandung. Permasalahan utama yang teridentifikasi adalah tingginya biaya *cutting tools* yang mencapai USD 733,529.75 atau 82,82% dari total *operational expenses prismatic cell* pada tahun 2023, serta ketergantungan tinggi terhadap *supplier* impor akibat tidak adanya sistem evaluasi teknis dan mekanisme pengembangan *vendor* lokal yang terstruktur. Akar permasalahan diverifikasi menggunakan analisis *fishbone* dan *5 Why Analysis*.

2. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas operasional di *prismatic cell* PT XYZ untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada. Sejalan dengan proses observasi, studi literatur dilakukan untuk membangun landasan teoritis yang relevan mencakup metode AHP, kerangka QCDFR, perangkat lunak *Expert Choice*, dan *Graphic Scoring Method*, sekaligus memperkuat pemahaman terhadap konteks industri *aerospace* di Indonesia.

3. Pengumpulan Data

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dan data yang digunakan dalam memecahkan masalah pada tahap pengolahan data. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui kuesioner perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang diisi oleh lima expert dari divisi *procurement*, *quality control*, dan produksi di PT XYZ Bandung. Data sekunder diperoleh dari laporan operasional internal PT XYZ tahun 2023 terkait konsumsi dan pengadaan *cutting tools* di *prismatic cell*, mencakup data pengeluaran operasional, distribusi biaya antar *cell* produksi, serta profil lima alternatif *supplier* yang dievaluasi yaitu *Supplier A*, *Supplier B*, *Supplier C*, *Supplier D*, dan *Supplier E*.

4. Perancangan Kriteria, Subkriteria, dan Kuesioner AHP

Hierarki kriteria dan subkriteria dirancang berdasarkan lima kriteria utama QCDFR yaitu *Quality*, *Cost*, *Delivery*, *Flexibility*, dan *Responsiveness* yang dikembangkan menjadi 25 subkriteria melalui proses *brainstorming* bersama pihak PT XYZ, disesuaikan dengan kebutuhan teknis dan operasional aktual pengadaan *cutting tools* di *prismatic cell*. Kuesioner disusun berdasarkan kerangka AHP yang memuat

instrumen perbandingan berpasangan antar kriteria dan subkriteria menggunakan skala 1–9 sesuai panduan AHP sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan AHP

Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama pentingnya	Kedua elemen sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Sangat penting	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai tengah	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan

(Sumber: Taherdoost, 2017)

1. Analisis AHP

Analisis data kuesioner dilakukan menggunakan metode AHP untuk menentukan bobot prioritas kriteria, subkriteria, dan alternatif *supplier cutting tools* di *prismatic cell* PT XYZ. Proses analisis dimulai dengan pembentukan matriks perbandingan berpasangan, penghitungan bobot relatif menggunakan metode *Geometric Mean*, serta pengujian konsistensi penilaian. Penentuan prioritas elemen menggunakan rumus *Geometric Mean* sebagai berikut (Taherdoost, 2017):

$$GM = \sqrt[n]{(X_1 \times X_2 \times X_3 \dots X_n)} \quad (1)$$

dimana:

GM = *Geometric Mean*

n = Jumlah elemen

X_1 = Nilai elemen pada kolom ke-1

X_n = Nilai elemen pada kolom ke-n

Bobot atau *Eigenvector* (EV) setiap elemen diperoleh melalui normalisasi matriks perbandingan berpasangan dengan rumus:

$$EV_i = \frac{\sum_{j=1}^n X''_{ij}}{n} \quad (2)$$

dimana:

EV_i = bobot prioritas (*eigenvector*) elemen ke-i

X''_{ij} = nilai ternormalisasi pada baris i kolom j

N = jumlah elemen dalam matriks

Selanjutnya, nilai λ_{maks} dihitung dengan mengalikan total setiap kolom matriks dengan bobot prioritas elemen terkait, kemudian menjumlahkan seluruh hasilnya. Nilai λ_{maks} digunakan untuk menghitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (3)$$

dimana:

CI = *Consistency Index*

λ_{maks} = nilai *eigen* maksimum matriks perbandingan berpasangan

N = jumlah elemen dalam matriks

Tingkat konsistensi penilaian diukur menggunakan *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (4)$$

dimana:

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Index*

IR = *Random Index* berdasarkan ukuran matriks n

Nilai IR yang digunakan mengacu pada tabel *Random Index* Saaty sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai *Random Index* (RI)

N	<i>Random Index</i> (RI)	N	<i>Random Index</i> (RI)
1	0,00	6	1,24
2	0,00	7	1,32
3	0,58	8	1,41
4	0,90	9	1,45
5	1,12	10	1,51

(Sumber: Taherdoost, 2017)

Bila nilai $CR \leq 0,1$ maka penilaian dinyatakan konsisten dan dapat diterima sebagai dasar pengambilan keputusan. Jika $CR > 0,1$, penilaian perlu diulang dan divalidasi kembali.

2. Validasi Menggunakan Perangkat Lunak *Expert Choice*

Hasil perhitungan manual AHP divalidasi menggunakan perangkat lunak *Expert Choice* versi 11 untuk memastikan kesesuaian hasil pembobotan dan konsistensi antara perhitungan manual dengan hasil komputasi. *Expert Choice* dipilih karena kemampuannya mengolah data AHP secara akurat, mengintegrasikan pendapat lima *expert* PT XYZ melalui perhitungan *geometric mean*, serta dilengkapi fitur analisis sensitivitas untuk menguji pengaruh perubahan bobot terhadap peringkat alternatif *supplier* (Herdhiansyah et al., 2022).

3. Visualisasi Melalui *Graphic Scoring Method*

Bobot prioritas yang diperoleh dari analisis AHP divisualisasikan menggunakan *Graphic Scoring Method* untuk menampilkan perbandingan nilai kriteria, subkriteria, dan peringkat lima alternatif *supplier* secara grafis. Metode ini memudahkan interpretasi hasil serta mendukung proses pengambilan keputusan yang intuitif bagi manajemen PT XYZ dalam menentukan *supplier cutting tools* terbaik untuk *prismatic cell*. Terdapat tiga bentuk penilaian yang digunakan yaitu *Higher is Better* untuk indikator berorientasi peningkatan, *Smaller is Better* untuk indikator minimasi, dan *Zero-One* untuk penilaian bersifat *biner* (Setiawan & Purba, 2020).

4. Hasil, Pembahasan, Kesimpulan, dan Saran

Tahap akhir memaparkan hasil pengolahan data dari perhitungan AHP, validasi *Expert Choice*, dan visualisasi *Graphic Scoring Method* di *prismatic cell* PT XYZ. Pembahasan dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian dengan kondisi aktual di perusahaan serta temuan dari literatur terdahulu. Kesimpulan merangkum peringkat akhir lima alternatif *supplier* dan kriteria yang memiliki bobot terbesar dalam pengambilan keputusan pengadaan *cutting tools*, sedangkan saran diberikan kepada pihak PT XYZ terkait implementasi hasil penelitian serta kepada peneliti selanjutnya untuk pengembangan lebih lanjut pada area produksi lainnya maupun sektor industri yang berbeda.

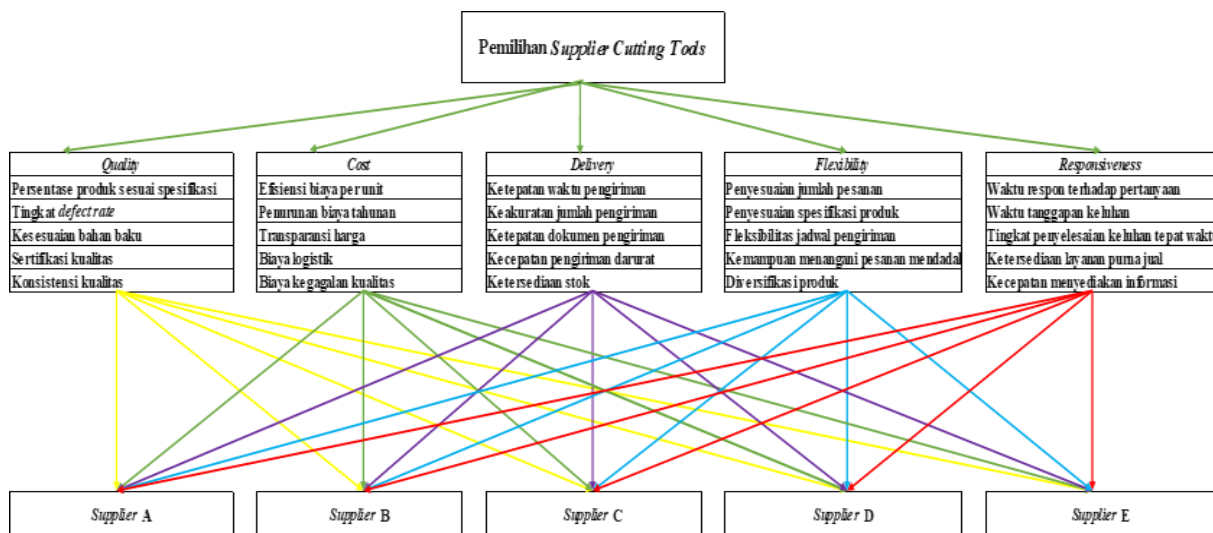
IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara terstruktur dengan lima narasumber *internal* (*production supervisor*, *machinist senior*, *purchasing staff*, *quality engineer*, dan *tooling engineer*), serta kuesioner perbandingan berpasangan AHP tiga level. Data sekunder bersumber dari laporan internal PT XYZ tahun 2023 yang mencakup 227 jenis *cutting tools* dengan total pemakaian 29.272 barang senilai Rp 12.756.016.557,61. Data menunjukkan pola konsumsi yang fluktuatif antar bulan, mempertegas kebutuhan sistem pemilihan *supplier* yang lebih terstruktur.

4.1.1 Penentuan Kriteria, Subkriteria, dan Alternatif *Supplier*

Penentuan kriteria dan subkriteria dilakukan melalui tiga tahapan yaitu studi literatur, observasi lapangan dan wawancara, serta validasi industri bersama *expert* PT XYZ. Hasilnya menghasilkan kerangka QCDFR dengan 25 subkriteria berbasis referensi akademik (Monczka et al., 2020; Pujawan & Er, 2017; Rasmussen et al., 2023) yang disesuaikan dengan kebutuhan operasional pengadaan *cutting tools* berstandar AS9100D. Lima alternatif *supplier* yang dievaluasi meliputi *Supplier A* dan *B* (*vendor* lokal baru), *Supplier C* (pemasok impor *eksisting*), *Supplier D* (*vendor* lokal/impor), dan *Supplier E* (*vendor* lokal dalam pengembangan). Pohon hierarki divisualisasikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Pohon Hierarki Pemilihan *Supplier Cutting Tools*

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Kalkulasi Hasil Data Kuesioner AHP

Kuesioner diisi oleh lima *expert* pada 24–26 Juni 2025. Agregasi penilaian antar responden dilakukan menggunakan *Geometric Mean*. Sebagai contoh, perbandingan *Quality* vs *Cost* dengan nilai $R_1=5$, $R_2=2$, $R_3=6$, $R_4=4$, $R_5=3$ menghasilkan $GM = \sqrt[5]{(5 \times 2 \times 6 \times 4 \times 3)} = 3,7$. Prosedur yang sama diterapkan pada seluruh perbandingan kriteria, subkriteria, dan alternatif *supplier*. *Sample* hasil kalkulasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Kuesioner Kriteria

No.	KRITERIA	R1	R2	R3	R4	R5	Penilaian	Nilai
1	<i>Quality</i> vs <i>Cost</i>	5	2	6	4	3	>	3,7
2	<i>Quality</i> vs <i>Delivery</i>	7	3	5	2	4	>	3,8
3	<i>Quality</i> vs <i>Flexibility</i>	3	4	8	5	2	>	3,9
4	<i>Quality</i> vs <i>Responsiveness</i>	5	3	6	4	2	>	3,7
5	<i>Cost</i> vs <i>Delivery</i>	3	4	2	5	2	<	3,0
6	<i>Cost</i> vs <i>Flexibility</i>	2	2	4	3	4	<	2,9
7	<i>Cost</i> vs <i>Responsiveness</i>	3	2	4	4	2	<	2,9
8	<i>Delivery</i> vs <i>Flexibility</i>	2	2	3	2	3	>	2,4
9	<i>Delivery</i> vs <i>Responsiveness</i>	3	2	4	3	2	>	2,7
10	<i>Flexibility</i> vs <i>Responsiveness</i>	2	2	2	2	2	>	2,0

4.2.2 Pembobotan Data Menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

4.2.2.1 Matriks Interpretasi Perbandingan Kriteria & Sub-Kriteria

Matriks perbandingan berpasangan kriteria utama dinormalisasi dan dihitung bobotnya menggunakan *Eigen Vector*. Contoh diambil dari poin kriteria utama dan hasil disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Awal Matriks Kriteria Pembanding

	<i>Quality</i>	<i>Cost</i>	<i>Delivery</i>	<i>Flexibility</i>	<i>Responsiveness</i>	
1 <i>Quality</i>	1	0,2682	0,2601	0,2532	0,2682	
2 <i>Cost</i>	3,7279	1	0,3342	0,3494	0,3494	
3 <i>Delivery</i>	3,8446	2,9926	1	0,4251	0,3701	
4 <i>Flexibility</i>	3,9487	2,8619	2,3522	1	0,5000	
5 <i>Responsiveness</i>	3,7279	2,8619	2,7019	2,0000	1	
Total	16,2492	9,9847	6,6483	4,0278	2,4878	
	<i>Quality</i>	<i>Cost</i>	<i>Delivery</i>	<i>Flexibility</i>	<i>Responsiveness</i>	Bobot (EV)
1 <i>Quality</i>	0,0615	0,0269	0,0391	0,0629	0,1078	0,0596
2 <i>Cost</i>	0,2294	0,1002	0,0503	0,0868	0,1405	0,1214
3 <i>Delivery</i>	0,2366	0,2997	0,1504	0,1056	0,1488	0,1882
4 <i>Flexibility</i>	0,2430	0,2866	0,3538	0,2483	0,2010	0,2665
5 <i>Responsiveness</i>	0,2294	0,2866	0,4064	0,4965	0,4020	0,3642
					TOTAL	1,0000
λ MAX =	5,4123					
CI =	0,1031					
RI =	1,12					
CR =	0,0920	Data < 0,1= Konsisten)				

Hasil menunjukkan *Responsiveness* sebagai kriteria berbobot tertinggi (0,3642), diikuti *Flexibility* (0,2665), *Delivery* (0,1882), *Cost* (0,1214), dan *Quality* (0,0596). Uji konsistensi menghasilkan λ MAX = 5,4123, CI = 0,1031, dan CR = 0,0920 < 0,1, sehingga penilaian dinyatakan konsisten dan *valid*. Berikut adalah Tabel 6 hasil matriks interpretasi subkriteria pembanding 1.

Tabel 6 Matriks Sub-Kriteria Pembanding 1

1	<i>Quality</i>	Persentase produk sesuai spesifikasi	Tingkat defect rate	Kesesuaian bahan baku	Sertifikasi kualitas	Konsistensi kualitas	
a	Persentase produk sesuai spesifikasi	1	0,2648	0,4251	0,3333	0,2805	
b	Tingkat defect rate	3,7764	1	0,3920	0,3333	0,3615	
c	Kesesuaian bahan baku	2,3522	2,5508	1	0,5000	0,4251	
d	Sertifikasi kualitas	3,0000	3,0000	2,0000	1	0,3920	
e	Konsistensi kualitas	3,5652	2,7663	2,3522	2,5508	1	
	Total	13,6937	9,5820	6,1693	4,7175	2,4591	
1	<i>Quality</i>	Persentase produk sesuai spesifikasi	Tingkat defect rate	Kesesuaian bahan baku	Sertifikasi kualitas	Konsistensi kualitas	Bobot (EV)
a	Persentase produk sesuai spesifikasi	0,0730	0,0276	0,0689	0,0707	0,1141	0,0709
b	Tingkat defect rate	0,2758	0,1044	0,0635	0,0707	0,1470	0,1323
c	Kesesuaian bahan baku	0,1718	0,2662	0,1621	0,1060	0,1729	0,1758
d	Sertifikasi kualitas	0,2191	0,3131	0,3242	0,2120	0,1594	0,2455
e	Konsistensi kualitas	0,2604	0,2887	0,3813	0,5407	0,4066	0,3755
	TOTAL						1,0000

λ MAX =	5,4041	
CI =	0,1010	
RI =	1,12	
CR =	0,0902	Data < 0,1= Konsisten)

4.2.2.2 Matriks Alternatif Pemanding

Matriks perbandingan berpasangan antar alternatif dilakukan terhadap 25 subkriteria dengan seluruh CR < 0,1. Berikut salah satu perhitungan pada Tabel 7 matriks alternatif pemanding kriteria *quality*.

Tabel 7 Matriks Alternatif Pemanding Kriteria *Quality*

KRITERIA <i>Quality</i>							
1.a	Persentase produk sesuai spesifikasi	<i>Supplier A</i>	<i>Supplier B</i>	<i>Supplier C</i>	<i>Supplier D</i>	<i>Supplier E</i>	
a	<i>Supplier A</i>	1	0,4251	0,5000	0,3920	1,0000	
b	<i>Supplier B</i>	2,3522	1	0,6598	1,0000	0,5000	
c	<i>Supplier C</i>	2,0000	1,5157	1	1,0000	0,5000	
d	<i>Supplier D</i>	2,5508	1,0000	1,0000	1	0,4251	
e	<i>Supplier E</i>	1,0000	2,0000	2,0000	2,3522	1	
TOTAL		8,9030	5,9409	5,1598	5,7442	3,4251	
1.a	Persentase produk sesuai spesifikasi	<i>Supplier A</i>	<i>Supplier B</i>	<i>Supplier C</i>	<i>Supplier D</i>	<i>Supplier E</i>	Bobot
a	<i>Supplier A</i>	0,1123	0,0716	0,0969	0,0682	0,2920	0,1282
b	<i>Supplier B</i>	0,2642	0,1683	0,1279	0,1741	0,1460	0,1761
c	<i>Supplier C</i>	0,2246	0,2551	0,1938	0,1741	0,1460	0,1987
d	<i>Supplier D</i>	0,2865	0,1683	0,1938	0,1741	0,1241	0,1894
e	<i>Supplier E</i>	0,1123	0,3367	0,3876	0,4095	0,2920	0,3076
TOTAL							1,0000
λ MAX =	5,3543						
CI =	0,0886						
RI =	0,90						
CR =	0,0984	Data < 0,1= Konsisten)					

Bobot global dihitung melalui perkalian hierarki bertingkat:

$$\text{Bobot Global} = \text{Bobot Kriteria} \times \text{Bobot Subkriteria} \times \text{Bobot Lokal Alternatif} \quad (5)$$

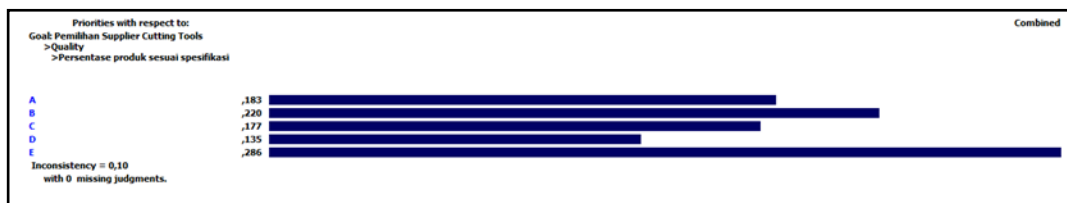
Sebagai contoh, bobot global *Supplier E* pada subkriteria Biaya kegagalan kualitas = $0,1214 \times 0,3757 \times 0,2437 = 0,0111$. Rekapitulasi bobot lokal, bobot global, dan *ranking* akhir. Hasil menunjukkan *Supplier E* sebagai alternatif terbaik (0,2655 atau 26,55%), diikuti *Supplier D* (22,03%), *Supplier C* (19,19%), *Supplier B* (18,71%), dan *Supplier A* (13,53%). Total bobot global = 1,0000, memverifikasi kebenaran perhitungan.

4.2.3 Validasi Menggunakan *Software Expert Choice 11*

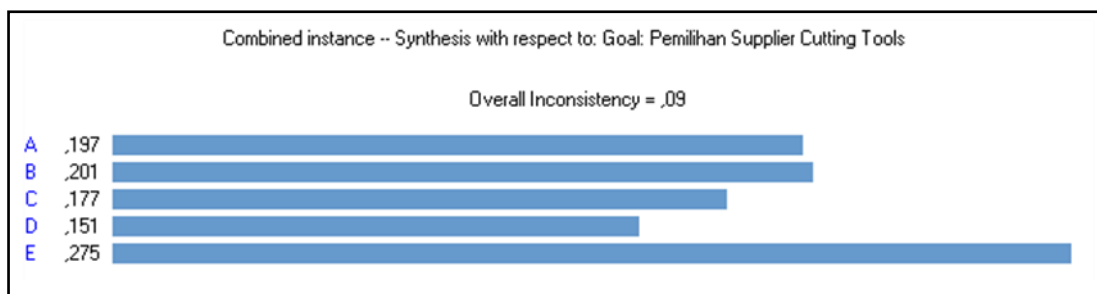
Validasi dilakukan dengan membangun struktur hierarki dalam *Expert Choice 11*, menginput data kelima responden secara individual, dan mengagregasi menggunakan fitur *Combine Individuals* berbasis *geometric mean*. Nilai CR seluruh matriks pada semua level hierarki memenuhi syarat CR < 0,1. Bobot prioritas dan *ranking* akhir yang dihasilkan *software* identik dengan perhitungan manual, mengonfirmasi validitas metodologi penelitian. Salah satu hasil *inconsistency ratio*, *eigen value* dan hasil keputusan akhir *ranking supplier* ditunjukkan pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 3 Nilai *Inconsistency Ratio* kriteria utama pada *Expert Choice 11*



Gambar 4 Nilai *Eigen Value* kriteria utama pada *Expert Choice 11*



Gambar 5 Hasil Keputusan Akhir *Ranking Supplier*

4.2.4 Visualisasi *Graphic Scoring Method*

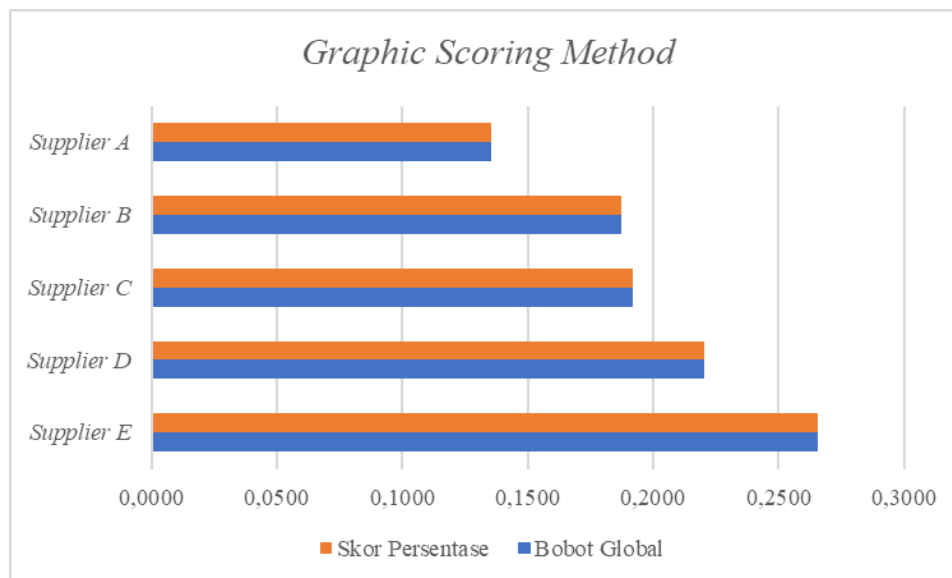
Bobot global dinormalisasi menggunakan *Zero-One Normalization* dengan formula *Higher is Better*:

$$X_{\text{norm}} = (X - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}) \quad (6)$$

Dengan $X_{\text{max}} = 0,2655$ (*Supplier E*) dan $X_{\text{min}} = 0,1353$ (*Supplier A*). Hasil konversi dan normalisasi disajikan pada Tabel 8 dan divisualisasikan pada Gambar 6. *Supplier E* memperoleh nilai normalisasi tertinggi (1,000), diikuti *Supplier D* (0,6774), *Supplier C* (0,4751), *Supplier B* (0,4410), dan *Supplier A* (0,000). *Gap* sebesar 0,5590 antara *Supplier E* dan *Supplier A* menunjukkan perbedaan kinerja yang substansial, memberikan dasar strategis yang *actionable* bagi manajemen PT XYZ dalam mengalokasikan volume pengadaan dan merancang program *supplier development* secara terdiferensiasi (Setiawan & Purba, 2020).

Tabel 8 Konversi Bobot Global ke Skor *Persentase*

Ranking	Supplier	Bobot Global	Skor <i>Persentase</i> (%)
1	Supplier A	0,2655	26,55%
2	Supplier B	0,2203	22,03%
3	Supplier C	0,1919	19,19%
4	Supplier D	0,1871	18,71%
5	Supplier E	0,1353	13,53%
Total		1,0000	1,0000



Gambar 6 Visualisasi Ranking Supplier melalui Graphic Scoring Method

V. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemilihan *supplier cutting tools* menggunakan metode AHP berhasil mengidentifikasi lima kriteria utama dalam kerangka QCDFR, yaitu *Responsiveness* (36,42%), *Flexibility* (26,65%), *Delivery* (18,82%), *Cost* (12,14%), dan *Quality* (5,96%), dengan total 25 sub-kriteria. Dominasi *Responsiveness* dan *Flexibility* mengindikasikan bahwa kemampuan *supplier* merespons kebutuhan secara cepat dan fleksibel merupakan faktor paling krusial dalam industri *aerospace manufacturing* yang menuntut *agility* tinggi, sementara *Quality* berperan sebagai *baseline requirement* yang harus dipenuhi seluruh *supplier*. Hasil perhitungan dengan seluruh *Consistency Ratio* (CR) < 0,10 dan validasi konsisten melalui *Expert Choice* 11 serta *Graphic Scoring Method* menetapkan *Supplier E* sebagai *supplier* optimal dengan bobot tertinggi sebesar 0,2655 (26,55%), diikuti *Supplier D* (22,03%), *Supplier C* (19,19%), *Supplier B* (18,71%), dan *Supplier A* (13,53%).

Sebagai tindak lanjut, PT XYZ disarankan mengimplementasikan strategi *supplier diversification* dengan *Supplier E* sebagai *primary supplier*, *Supplier D* sebagai *backup supplier*, serta *Supplier C* dan *B* sebagai *tactical suppliers* guna memitigasi risiko *supply chain disruption*. Perusahaan juga perlu mengembangkan sistem *monitoring* kinerja *supplier* berbasis 25 sub-kriteria dengan evaluasi berkala menggunakan metode AHP untuk memastikan *continuous improvement*. *Framework* QCDFR yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat direplikasi sebagai *corporate standard* untuk seluruh area produksi PT XYZ, serta dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi dengan *hybrid methodology* seperti AHP-TOPSIS atau *Fuzzy AHP* guna menghasilkan keputusan pengadaan yang lebih *robust* dan prediktif.

Daftar Pustaka

- Alhaqy, L., & Wahyuni, H. C. (2023). Integrasi metode VPI dan AHP untuk pemilihan supplier kayu. Metode: Jurnal Teknik Industri, 9(2), 63–73.
- Ambarwati, S., Sukmono, A., & Supardi, A. (2021). Supply chain management: Theory and practice. UMSIDA Press.
- Ashfahanni, L. A. P., & Wahyuni, H. C. (2018). Analysis of wood supplier selection using Vendor Performance Indicator (VPI) approach and Analytical Hierarchy Process method (AHP). Procedia Engineering and Life Science, 1–11.
- Cerezo-Narváez, A., García-Jurado, D., González-Cruz, M. C., Pastor-Fernández, A., Otero-Mateo, M., & Ballesteros-Pérez, P. (2019). Standardizing innovation management: An opportunity for SMEs in the aerospace industry. Processes, 7(5), 282.

- Ferreira, A. C., & Silva, Â. (2022). Supplier selection and procurement in SMEs: Insights from the literature on key criteria and purchasing strategies. *Engineering Management in Production and Services*, 14(4), 47–60.
- Fountzoula, C., & Aravossis, K. (2021). Analytic hierarchy process and its applications in the public sector: A systematic literature review. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 25(6), 1–14.
- Herdhiansyah, D., Sudarmi, Sakir, Asriani, & La Ode Midi. (2022). Analytical hierarchy process (AHP) in Expert Choice for determining superior plantation commodities: A case in East Kolaka Regency, Indonesia. *Songklanakarin Journal of Science and Technology (SJST)*, 44(4), 923–928.
- Latif, M. I., & Wahyuning, H. C. (2024). Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) method in determining the best raw material supplier using Expert Choice software. *Procedia of Engineering and Life Science*, 7, 628–637.
- Lukman. (2021). *Supply chain management*. CV Cahaya Bintang Cemerlang.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2020). *Purchasing and supply chain management* (7th ed.). Cengage Learning.
- Novi. (2021). *Supply chain management: Pengertian, komponen, tujuan, manfaat, prinsip, dan proses*. Gramedia Literasi.
- Prasetya, A. D., Yuwono, B. D., & Sasmito, C. (2024). Evaluation of occupational safety performance using key performance indicators in manufacturing industrial construction. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan (JSIL)*, 9(1), 1–14.
- Pujawan, I. N., & Er, M. (2017). *Supply chain management* (3rd ed.). ANDI.
- Rasmussen, A., Sabic, H., Saha, S., & Nielsen, I. E. (2023). Supplier selection for aerospace & defense industry through MCDM methods. *Cleaner Engineering and Technology*, 12, 100590.
- Sagena, U. (2023). Analytical Hierarchy Process (AHP). Dalam Efitra & Sepriano (Eds.), *Multi criteria decision making: Teori & penerapan metode pengambilan keputusan dengan MCDM* (pp. 43–54). PT Sonpedia.
- Sanyoto, G. P., Handayani, R. I., & Widanengsih, E. (2017). Sistem pendukung keputusan pemilihan laptop untuk kebutuhan operasional dengan metode AHP (studi kasus: Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan Kemdikbud). *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 13(2), 167–174.
- Setiawan, I., & Purba, H. H. (2020). A systematic literature review of Key Performance Indicators (KPIs) implementation. *Journal of Industrial Engineering & Management Research (JIEMAR)*, 1(3), 200–208.
- Shivajee, V., Singh, R. K., & Rastogi, S. (2019). Manufacturing conversion cost reduction using quality control tools and digitization of real-time data. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117678.
- Sitanggang, J., Heirunissa, & Ayyuha, N. V. (2024). Pemilihan supplier daging dengan metode AHP (Analytical Hierarchy Process) pada Catering Amelia Bekasi. *Jurnal GICI: Jurnal Keuangan dan Bisnis*, 16(2), 109–118.
- Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Multi-criteria decision making (MCDM) methods and concepts. *Encyclopedia*, 3(1), 77–87.
- Torralba-Carnerero, G., García-Nieto, M., Ramón-Jerónimo, J. M., & Flórez-López, R. (2024). Supply chain management control in the aerospace sector: An empirical approach. *Logistics*, 8(4), 132.
- Winoto, E. S., Prihandoko, G., Kusumawardani, N. A., & Qisthani, N. N. (2024). Evaluasi kinerja vendor berdasarkan kriteria Vendor Performance Index (VPI) dengan metode AHP di PT X. In *CENTIVE: Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media* (Vol. 4, No. 1, pp. 575–586).
- Woo, A., Park, B., Sung, H., Yong, H., Chae, J., & Choi, S. (2021). An analysis of the competitive actions of Boeing and Airbus in the aerospace industry based on the competitive dynamics model. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(3), 192.