Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology
Homepage: https://journal.ilmudata.co.id/index.php/ijmst
Vol. 4 No. 3 (2026) pp: 10044-10054
P-ISSN: 2986-6790, e-ISSN: 2986-6782

Analisis Pemilihan Material Kertas Kemasan pada Industri Rokok Menggunakan Metode AHP (Studi Kasus di PT XYZ)

Sethiadhie Nobhel R., Nuzulia Khoiriyah, Novi Marlyana
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung
adhierama28@gmail.com

Abstrak

Industri rokok merupakan sektor manufaktur yang sangat kompetitif, sehingga pemilihan material kertas kemasan menjadi faktor penting yang memengaruhi persepsi konsumen, efisiensi biaya produksi, dan keberlanjutan lingkungan. Meskipun metode Analytical Hierarchy Process (AHP) telah banyak digunakan dalam pemilihan material, studi yang secara simultan mengevaluasi kriteria biaya, kualitas cetak, kekuatan material, dan ramah lingkungan pada kemasan rokok masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menerapkan AHP untuk menentukan alternatif material kertas etiket atau pembungkus terbaik pada PT XYZ. Data dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur kepada lima pakar dari bidang produksi, pengadaan, dan kualitas, serta data sekunder internal perusahaan. Empat kriteria utama yaitu Biaya, Kualitas Cetak, Kekuatan Material, dan Ramah Lingkungan, dievaluasi melalui perbandingan berpasangan, dengan empat alternatif: Art Paper, Ivory Paper, Cast Coated Paper, dan Metallized Paper. Hasil menunjukkan bahwa Kekuatan Material menjadi kriteria paling diprioritaskan (bobot 0,425), diikuti Kualitas Cetak (0,293), Biaya (0,219), dan Ramah Lingkungan (0,062). Seluruh nilai consistency ratio berada di bawah 0,10. Metallized Paper (A4) terpilih sebagai alternatif terbaik dengan skor prioritas global tertinggi (0,337), diikuti Ivory Paper (0,285), Cast Coated Paper (0,212), dan Art Paper (0,166). Temuan ini menunjukkan bahwa AHP mampu memberikan landasan keputusan yang sistematis dan objektif, dengan Metallized Paper sebagai rekomendasi material paling sesuai untuk kemasan rokok.

Kata kunci: AHP, Pemilihan Material, Kemasan Rokok, MDCM, Pengambilan Keputusan

Abstract

The cigarette industry is a highly competitive manufacturing sector in which the selection of paper or packaging materials directly affects consumer perception, production cost efficiency, and environmental sustainability. Although the Analytical Hierarchy Process (AHP) has been widely applied to material selection, studies that simultaneously evaluate cost, print quality, material strength, and environmental friendliness for cigarette packaging materials remain limited. This study aims to apply AHP to determine the best label or wrapper paper alternative for cigarette packaging at PT XYZ. Data were collected through structured questionnaires administered to five experts from production, procurement, and quality departments, supplemented by internal company documents. Four criteria—Cost, Print Quality, Material Strength, and Environmental Friendliness—were evaluated using pairwise comparisons, and four alternatives were assessed: Art Paper, Ivory Paper, Cast Coated Paper, and Metallized Paper. The results show that Material Strength was the most prioritized criterion (weight = 0.425), followed by Print Quality (0.293), Cost (0.219), and Environmental Friendliness (0.062). All consistency ratios were below 0.10. Metallized Paper (A4) was selected as the best alternative with the highest global priority score (0.337), followed by Ivory Paper (0.285), Cast Coated Paper (0.212), and Art Paper (0.166). These findings indicate that AHP provides a systematic decision-making basis for selecting packaging materials, with Metallized Paper recommended as the most suitable alternative for cigarette packaging.

Keywords: AHP, Material Selection, Cigarette Packaging, MCDM, Decision Making

1. Pendahuluan

Kemasan dalam industri rokok memiliki peran krusial, tidak hanya sebagai pelindung produk dari kerusakan fisik, tetapi juga sebagai elemen strategis yang membentuk persepsi konsumen. Desain dan material kemasan menjadi faktor pembeda utama serta titik kontak pertama antara produk dan konsumen yang memengaruhi *product branding*. Perusahaan dihadapkan pada tantangan untuk menjaga efisiensi biaya produksi sekaligus merespons isu keberlanjutan lingkungan akibat regulasi dan peningkatan kesadaran ekologis konsumen. Pemilihan material kertas untuk kemasan rokok dengan demikian menjadi permasalahan multikriteria yang kompleks. Penentuan

material yang berkelanjutan ini sering kali membutuhkan evaluasi terhadap banyak faktor secara bersamaan, sehingga membuat proses pengambilan keputusan menjadi jauh lebih menantang. Keputusan yang tidak tepat dalam memilih material dapat membawa kerugian operasional dan strategis yang signifikan bagi para pemangku kepentingan.

Industri kemasan menghadapi tekanan untuk beralih ke praktik yang lebih berkelanjutan. Nguyen et al. (2026) menyatakan bahwa regulasi lingkungan, kesadaran konsumen, dan tuntutan efisiensi sumber daya mendorong adopsi prinsip *circular economy* (CE) dalam pemilihan pemasok kemasan. Kusi-Sarpong et al. (2023) menambahkan bahwa keberlanjutan rantai pasok tidak cukup dikelola pada tier pertama, tetapi perlu diperluas ke rantai pasok multi-tier. Dalam konteks ini, pemilihan material kemasan menjadi keputusan strategis yang melibatkan banyak kriteria.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengaplikasikan metode pengambilan keputusan multikriteria (*Multi-Criteria Decision Making* atau MCDM) dalam penyelesaian masalah seleksi material pada beragam sektor industri untuk mengakomodasi kriteria-kriteria yang saling bertolak belakang. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) secara khusus terbukti berguna dan efisien untuk memfasilitasi pengambilan keputusan yang berhadapan dengan sejumlah besar faktor penentu. Sebagai *state of the art*, Indrawan & Septiani (2020) telah menggunakan AHP untuk mengevaluasi pemilihan material alternatif kemasan makanan yang ramah lingkungan. Salwa et al. (2019) juga mengaplikasikan sistem seleksi berbasis AHP untuk menentuakan serat alami terbaik sebagai penguat biokomposit pada desain kemasan makanan. Dalam konteks industri rokok, metode AHP yang dikombinasikan dengan metode *entropy* telah dimanfaatkan oleh Ruidong et al. (2023) dalam membangun model evaluasi kemampuan jaminan mutu bahan baku rokok pada sistem produksi kerja sama untuk menjaga kestabilan produk. Kemudian, penelitian oleh (Bajwa et al., 2025) menegaskan bahwa seleksi material berbasis metode MCDM telah menjadi pendekatan dominan dalam rekayasa industri modern guna menyeimbangkan aspek teknis dan ekonomis. Lebih lanjut, (Khandelwal & Barua, 2024) menunjukkan efektivitas AHP dalam menyelesaikan kompleksitas rantai pasok material berkelanjutan. Dalam konteks industri rokok, metode AHP yang dikombinasikan dengan metode entropy telah dimanfaatkan oleh Ruidong et al. (2023) dalam membangun model evaluasi kemampuan jaminan mutu bahan baku rokok pada sistem produksi kerja sama untuk menjaga kestabilan produk.

AHP telah digunakan secara luas untuk pemilihan material kemasan. Indrawan & Septiani (2020) menggunakan AHP untuk memilih material kemasan pangan dan menemukan bahwa kriteria ramah lingkungan menjadi prioritas utama. Salwa et al. (2019) menggunakan AHP untuk memilih serat alami pada kemasan komposit dan melakukan analisis sensitivitas untuk menguji stabilitas hasil. Moosavi et al. (2021) menggabungkan AHP dengan LCA pada industri kertas dan menemukan bahwa proses produksi serta pengelolaan limbah menjadi prioritas utama. Ruidong et al. (2023) juga menunjukkan bahwa AHP dapat digunakan untuk menilai kualitas material rokok.

Meskipun metode AHP telah terbukti handal dalam memecahkan masalah pemilihan material kemasan di sektor pangan dan penyelesaian masalah jaminan mutu operasional pada industri rokok, masih terdapat celah penelitian (*gap analysis*) yang signifikan. Hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara spesifik menggunakan AHP untuk menyeleksi tipe kertas (seperti *Art Paper*, *Ivory Paper*, *Cast Coated Paper*, dan *Metallized Paper*) pada kemasan rokok dengan mengintegrasikan parameter ekonomi, estetika visual, kekuatan fisik, dan nilai ekologis secara bersamaan. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada formulasi kriteria pengambilan keputusan yang dirancang khusus untuk material kemasan rokok, yang mengukur secara simultan antara kriteria Biaya, Kualitas Cetak, Kekuatan Material, dan Ramah Lingkungan.

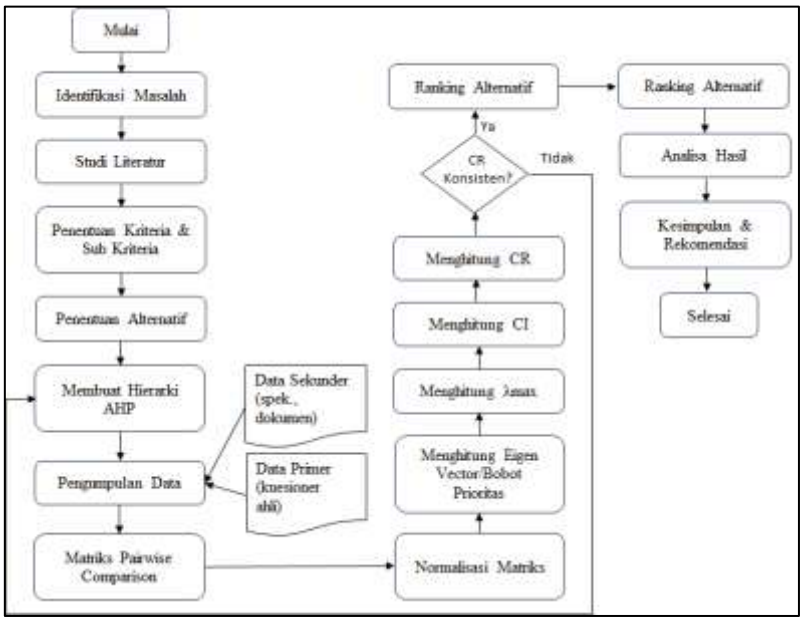
Meskipun demikian, studi yang secara khusus memilih material kertas kemasan rokok dengan kriteria biaya, kualitas cetak, kekuatan material, dan ramah lingkungan masih terbatas. Sebagian studi menekankan aspek lingkungan, sebagian menekankan aspek teknis, dan sebagian lagi berfokus pada pemasok. Nguyen et al. (2026) menunjukkan arah integrasi CE dan fuzzy MCDM, tetapi belum menyentuh konteks industri rokok secara spesifik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan karena adanya urgensi bagi industri manufaktur rokok untuk menemukan metode sistematis dalam menentukan material alternatif terbaik yang dapat memenuhi tuntutan pemasaran tanpa mengorbankan durabilitas material dan kelestarian lingkungan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan pemilihan *packaging* material kertas pada rokok yang paling optimal dari sisi biaya, kualitas cetak, kekuatan material, dan faktor lingkungan menggunakan metode AHP.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan AHP karena metode ini mampu mentransformasi penilaian subjektif pakar menjadi bobot kuantitatif yang dapat diuji konsistensinya(Moosavi et al., 2021; Salwa et al., 2019). Kriteria disusun dari studi literatur dan validasi pakar. Indrawan & Septiani (2020) menggunakan kriteria kualitas, biaya material, biaya investasi, biaya pelatihan, dan ramah lingkungan. (Moosavi et al. (2021) menambahkan aspek proses produksi, energi, dan lingkungan. (Nguyen et al., 2026) mengelompokkan kriteria CE ke dalam empat dimensi. Penelitian ini mengadaptasi kriteria tersebut menjadi Biaya, Kualitas Cetak, Kekuatan Material, dan Ramah Lingkungan.

Secara keseluruhan, tahapan pelaksanaan penelitian ini digambarkan melalui diagram alir (*flowchart*) desain penelitian pada Gambar 1. Proses penelitian diawali dengan identifikasi masalah terkait kompleksitas pemilihan material kemasan pada industri rokok, yang dilanjutkan dengan studi literatur untuk menetapkan kriteria dan sub-kriteria keputusan.Jelaskan metode penelitian dan teknik penelitian yang digunakan.



Gambar 1 Flowchart Metodologi Penelitian

Analytical Hierarchy Process (AHP), yang pada awalnya dikembangkan oleh (Saaty, 1990), diadopsi sebagai metode pengambilan keputusan utama karena memungkinkan masalah yang kompleks untuk diuraikan ke dalam struktur hierarki yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub-kriteria, dan alternatif. Melalui perbandingan berpasangan, kepentingan relatif dari setiap elemen keputusan dapat dikuantifikasi, sehingga memungkinkan pembuat keputusan untuk memprioritaskan alternatif berdasarkan berbagai kriteria yang saling berlawanan.

2.1 Desain dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) yang bertujuan menghasilkan rekomendasi keputusan pemilihan material kertas kemasan rokok di PT XYZ. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan campuran (*mixed methods*) yang menggabungkan aspek kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali, memvalidasi, dan menyusun kriteria serta subkriteria penilaian berdasarkan pertimbangan para pakar internal perusahaan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah hasil perbandingan berpasangan menjadi bobot prioritas kriteria, subkriteria, dan alternatif melalui prosedur *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Desain penelitian ini adalah studi kasus (*case study*) dengan sifat deskriptif-analitis. Studi kasus dipilih karena fokus penelitian terbatas pada satu perusahaan, yaitu PT XYZ, dan bertujuan memahami proses pengambilan keputusan pemilihan material kemasan dalam konteks operasional yang nyata. Sifat deskriptif-analitis digunakan untuk menggambarkan struktur kriteria dan alternatif, sekaligus menganalisis prioritas keputusan secara sistematis. Penelitian ini bersifat *cross-sectional* karena data dikumpulkan pada satu periode tertentu dan tidak dimaksudkan untuk melihat perubahan antarwaktu. Singer (2024) menerapkan algoritma hybrid DEA-AHP untuk mengevaluasi

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

efisiensi 12 perusahaan kertas dan produk kertas di Bursa Istanbul, membuktikan bahwa AHP telah menjadi alat pengambilan keputusan yang mapan dalam industri kertas dan produk kertas.

Metode AHP dipilih karena permasalahan pemilihan material kemasan merupakan masalah multikriteria yang melibatkan pertimbangan biaya, kualitas cetak, kekuatan material, dan ramah lingkungan secara simultan. AHP memungkinkan penilaian pakar yang bersifat subjektif ditransformasikan menjadi bobot kuantitatif yang dapat dibandingkan dan diuji konsistensinya. Unit analisis penelitian ini adalah proses pemilihan material kertas kemasan rokok, sedangkan objek yang dievaluasi adalah empat alternatif material, yaitu *Art Paper*, *Ivory Paper*, *Cast Coated Paper*, dan *Metallized Paper*. Responden ahli dipilih secara *purposive* dari departemen yang relevan, sedangkan peneliti bertindak sebagai fasilitator pengambilan keputusan, bukan pemberi penilaian.

2.2 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah proses pemilihan material kertas kemasan rokok di PT XYZ, dengan empat alternatif yang dievaluasi: *Art Paper*, *Ivory Paper*, *Cast Coated Paper*, dan *Metallized Paper*. Unit analisisnya adalah proses pengambilan keputusan, sedangkan unit observasinya adalah penilaian pakar terhadap kriteria dan alternatif material. Penelitian dilaksanakan di PT XYZ, sebuah perusahaan manufaktur rokok yang berlokasi di Kudus, Jawa Tengah, pada periode bulan Mei smpai dengan Juni tahun 2026. Lokasi dipilih karena perusahaan memiliki permasalahan nyata dalam pemilihan material kemasan, data internal yang relevan, serta pakar dari departemen produksi, pengadaan, dan kualitas. Nama perusahaan disamarkan sesuai etika penelitian.

2.3 Responden Ahli

Responden penelitian ini adalah lima pakar internal PT XYZ yang dipilih secara *purposive sampling*. Kriteria pemilihan meliputi jabatan minimal supervisor/manajer/spesialis, pengalaman minimal lima tahun, keterlibatan dalam pengadaan, produksi, atau kualitas kemasan, serta pemahaman terhadap material kertas kemasan. Kelima pakar berasal dari fungsi *Purchasing*, *Production*, *Packaging Development*, *Quality Assurance*, dan *Quality Control*. Jumlah ini dipilih karena AHP menekankan kualitas pertimbangan ahli, bukan generalisasi statistik. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur dan kuesioner perbandingan berpasangan skala 1–9. Identitas responden dirahasiakan dengan kode R1–R5, partisipasi bersifat sukarela, dan hasil agregasi dikonfirmasi ulang melalui *member check*.

2.4 Kriteria, Sub-kriteria, dan Alternatif

Penelitian ini menggunakan empat kriteria utama: Biaya (C1), Kualitas Cetak (C2), Kekuatan Material (C3), dan Ramah Lingkungan (C4). Setiap kriteria dijabarkan menjadi tiga subkriteria, sehingga terdapat 12 subkriteria operasional. Biaya diperlakukan sebagai *cost criterion*, sedangkan tiga kriteria lainnya sebagai *benefit criterion*. Alternatif yang dievaluasi adalah *Art Paper* (A1), *Ivory Paper* (A2), *Cast Coated Paper* (A3), dan *Metallized Paper* (A4). Kriteria, subkriteria, dan alternatif disusun berdasarkan studi literatur dan validasi pakar internal PT XYZ. Struktur ini menjadi dasar penyusunan kuesioner perbandingan berpasangan. Rincian penjelasan Kriteria, Subkriteria dan Deinisi Operasional dapat dilihat pada Tabel.xx dan rincial Alternatif pada tabel yy

Tabel 1 Kriteria, Sub Kriteria, dan Definisi Operasional

Kode	Kriteria	Kode	Subkriteria	Definisi Operasional	Arah Preferensi
C1	Biaya	C1.1	Harga Material	Harga per satuan material	*Cost*
		C1.2	Biaya Cetak	Biaya tinta, plat dan proses cetak	*Cost*
		C1.3	Biaya Finishing	Biaya laminasi, *coating*, *finishing*	*Cost*
C2	Kualitas Cetak	C2.1	Ketajaman Cetak	Kejelasan detail dan resolusi hasil cetak	*Benefit*
		C2.2	Akurasi Warna	Kesesuain warna dengan standar	*Benefit*
		C2.3	Tampilan Visual	Estetika dan kesan premium	*Benefit*
C3	Kekuatan Material	C3.1	Ketahanan Sobek	Kemampuan menahan sobek	*Benefit*
		C3.2	Ketahanan Lipat	Ketahanan lipat	*Benefit*
		C3.3	Ketahanan Kelembaban	Ketahanan kelembaban	*Benefit*
C4	Ramah Lingkungan	C4.1	Daur ulang	Kemudahan material di daur ulang	*Benefit*
		C4.2	Biodegradibilitas	Kemampuan terurai secara alami	*Benefit*
		C4.3	Sertifikasi lingkungan	Kepemilikan sertifikat lingkungan	*Benefit*

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Tabel 2 Deskripsi Alternatif

Kode	Alternatif	Deskripsi Singkat	Keunggulan	Kelemahan
A1	*Art Paper*	Kertas berlapis untuk cetak	Kualitas cetak baik, biaya relatif rendah	Kekuatan mekanis rendah
A2	*Ivory Paper*	Kertas tebal dan halus	Kuat, relatif ramah lingkungan, biaya sedang	Kualitas cetak tidak sebaik *cast coated*
A3	*Cast Coated Paper*	Kertas sangat mengilap	Kualitas cetak sangat tinggi	Kekuatan rendah, biaya tinggi
A4	*Metallized Paper*	Kertas dengan lapisan metalik	Kekuatan tinggi, tampilan premium	Daur ulang terbatas, biaya tinggi

2.5 Instrumen Penelitian

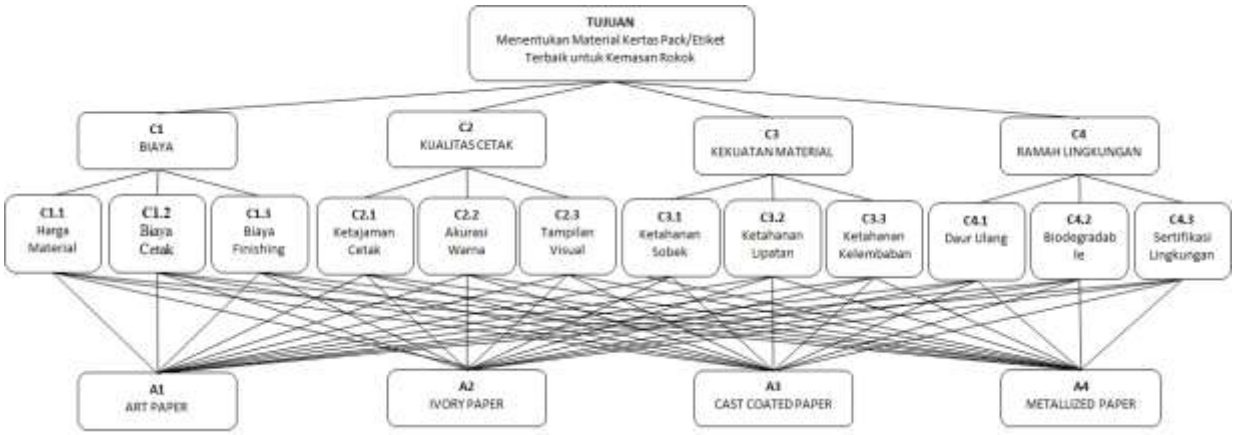
Instrumen penelitian terdiri atas panduan wawancara semi-terstruktur dan kuesioner perbandingan berpasangan. Kuesioner memuat identitas responden, definisi kriteria–subkriteria–alternatif, dan matriks perbandingan berpasangan. Penilaian menggunakan skala Saaty 1–9. Validitas isi dilakukan melalui expert judgment dan pilot test. Reliabilitas diukur melalui Consistency Ratio (CR ≤ 0,10). Pengisian dilakukan bersama peneliti, dan pakar dapat meninjau ulang jika jawaban tidak konsisten. Identitas responden dirahasiakan dan partisipasi bersifat sukarela.

2.6 Prosedur AHP

Prosedur *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam penelitian ini mengikuti tahapan yang dikembangkan oleh (Saaty, 1990) . Tahapan dimulai dari penyusunan hierarki keputusan, perbandingan berpasangan, agregasi pendapat pakar, perhitungan bobot prioritas, uji konsistensi, sintesis prioritas global, hingga analisis sensitivitas. Seluruh perhitungan dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Diasumsikan bahwa kelima pakar memiliki bobot penilaian yang sama. Untuk kriteria Biaya yang bersifat *cost criterion*, pertanyaan perbandingan dirumuskan sebagai preferensi terhadap biaya yang lebih rendah, sedangkan untuk kriteria lainnya yang bersifat *benefit criterion*, preferensi diarahkan pada nilai yang lebih tinggi.

2.6.1 Penyusunan Hierarki

Hierarki keputusan disusun dalam tiga tingkat. Tingkat pertama adalah tujuan keputusan, yaitu memilih material kertas kemasan rokok terbaik bagi PT XYZ. Tingkat kedua adalah empat kriteria utama: Biaya (C1), Kualitas Cetak (C2), Kekuatan Material (C3), dan Ramah Lingkungan (C4). Tingkat ketiga adalah 12 subkriteria operasional yang dijabarkan dari setiap kriteria. Tingkat keempat adalah empat alternatif material: Art Paper (A1), Ivory Paper (A2), Cast Coated Paper (A3), dan Metallized Paper (A4). Struktur hierarki ini menjadi acuan penyusunan kuesioner perbandingan berpasangan dan analisis prioritas.



Gambar 2 Hirarki Keputusan AHP

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

2.6.2 Perbandingan Berpasangan

Perbandingan berpasangan dilakukan pada setiap tingkat hierarki. Pakar diminta membandingkan dua elemen pada satu waktu dan memberikan nilai preferensi menggunakan skala Saaty 1–9. Jika elemen *i* dinilai lebih penting daripada elemen *j* dengan nilai a_{ij}, maka elemen *j* secara otomatis bernilai $1/a_{ij}$. Hasil penilaian disusun dalam matriks perbandingan berpasangan berukuran *n* × *n* sebagai berikut:

$$A = [A_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Matriks ini bersifat reciprocal, yaitu $a_{ij} = 1/a_{ji}$, dan diagonal utamanya bernilai 1. Perbandingan dilakukan antarkriteria utama, antarsubkriteria dalam setiap kriteria, serta antaralternatif pada setiap kriteria dan subkriteria.

2.6.3 Agregasi Pendapat Pakar

Karena terdapat lima pakar, pendapat masing-masing pakar diagregasi menggunakan *geometric mean*. *Geometric mean* dipilih karena lebih stabil terhadap nilai ekstrem dan tetap mempertahankan sifat reciprocal matriks. Rumus agregasi adalah:

$$a_{ij} = \left(\prod_{k=1}^{K} a_{ij}^{(k)}\right)^{1/K} \quad (2)$$

dengan K adalah jumlah pakar, $a_{ij}^{(k)}$ adalah penilaian pakar ke-*k* untuk elemen *i* terhadap *j*, dan a_{ij} adalah nilai agregat. Hasil agregasi menghasilkan satu matriks perbandingan berpasangan gabungan untuk setiap tingkat hierarki.

2.6.4 Perhitungan Bobot Prioritas

Bobot prioritas dihitung melalui normalisasi matriks dan pendekatan eigenvector. Langkah pertama adalah menjumlahkan setiap kolom matriks:

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \quad (3)$$

Langkah kedua adalah membagi setiap elemen dengan jumlah kolomnya:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j} \quad (4)$$

Langkah ketiga adalah menghitung rata-rata setiap baris untuk memperoleh bobot prioritas:

$$w_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} r_{ij} \quad (5)$$

Vektor bobot *w* = [w_1, w_2, …, w_n] menunjukkan prioritas relatif setiap elemen. Bobot ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai eigen maksimum (λmax) dan uji konsistensi.

2.6.5 Uji Konsistensi

Uji konsistensi dilakukan untuk memastikan penilaian pakar logis dan tidak kontradiktif. Langkah pertama adalah menghitung λmax:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{1=1}^{n} \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (6)$$

dengan A adalah matriks perbandingan dan *w* adalah vektor bobot. Selanjutnya dihitung Consistency Index (CI):

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (7)$$

dan *Cosistency Ratio* (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (8)$$

Nilai Random Index (RI) mengikuti tabel Saaty. Untuk *n* = 4, RI = 0,90. Penilaian dinyatakan konsisten jika CR ≤ 0,10. Jika CR > 0,10, pakar diminta meninjau ulang penilaiannya. Uji konsistensi dilakukan pada setiap matriks, yaitu matriks kriteria, subkriteria, dan alternatif.

2.6.6 Sintesis Prioritas Global

Sintesis prioritas global dilakukan dengan mengalikan bobot kriteria dengan bobot lokal alternatif. Jika hierarki hanya menggunakan kriteria utama, rumusnya:

$$Skor_{Ai} = \sum_{j=i}^{m} (wj \times wij) \qquad (9)$$

dengan w_j adalah bobot kriteria ke-*j* dan w_{ij} adalah bobot lokal alternatif ke-*i* pada kriteria ke-*j*. Jika subkriteria digunakan, bobot subkriteria dihitung terlebih dahulu sebagai:

$$w_{jk}^{global} = wj \times wjk \qquad (10)$$

kemudian skor global alternatif dihitung:

$$Skor_{Ai} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{p} \left(w_{jk}^{global} \times wijk \right) \qquad (11)$$

Alternatif dengan skor global tertinggi menjadi rekomendasi utama. Peringkat alternatif disusun berdasarkan skor tersebut.

2.6.7 Analisa Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menguji stabilitas peringkat alternatif terhadap perubahan bobot kriteria. Bobot kriteria diubah secara sistematis dalam beberapa skenario, misalnya Biaya dominan, Kualitas Cetak dominan, Kekuatan Material dominan, dan Ramah Lingkungan dominan. Setiap skenario dihitung ulang untuk melihat apakah peringkat alternatif berubah. Jika alternatif terbaik tetap unggul pada sebagian besar skenario, rekomendasi dinilai robust. Analisis ini penting karena bobot AHP bersifat subjektif dan bergantung pada penilaian pakar.

2.6.8 Perangkat Lunak dan Verifikasi

Perhitungan (normalisasi, eigenvector, CI, dan CR) dan verifikasi AHP dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. untuk. Verifikasi dilakukan untuk memastikan tidak ada kesalahan perhitungan dan konsistensi hasil antara metode manual dan perangkat lunak.

2.7 Batasan Metodologis

Penelitian ini memiliki batasan metodologis: desain studi kasus pada satu perusahaan, responden lima pakar yang dipilih secara *purposive*, penilaian AHP yang bersifat subjektif, data *cross-sectional*, asumsi independensi antarelemen, belum menggunakan fuzzy AHP, analisis sensitivitas yang terbatas, serta aspek lingkungan yang belum diverifikasi melalui LCA. Subjektivitas telah dimitigasi melalui uji konsistensi, agregasi *geometric mean*, dan *member check*. Batasan ini tidak mengurangi validitas temuan dalam konteks PT XYZ, tetapi membatasi generalisasi dan menjadi dasar bagi penelitian lanjutan.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

3. Hasil dan Pembahasan

Model *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan untuk mentransformasi masalah kompleks pemilihan material kemasan ke dalam kerangka pengambilan keputusan yang terstruktur. Berdasarkan tinjauan pustaka dan konsultasi dengan pakar industri, hierarki keputusan terdiri dari satu tujuan keputusan, empat kriteria evaluasi utama, dua belas sub-kriteria operasional, dan empat alternatif material kemasan. Tujuan keputusan didefinisikan sebagai menyeleksi material kemasan yang paling sesuai untuk produk rokok. Keempat kriteria evaluasi mencakup biaya produksi, kualitas cetak, kekuatan material, dan keberlanjutan lingkungan, yang masing-masing merepresentasikan kebutuhan operasional utama yang diidentifikasi selama investigasi awal.

Untuk memfasilitasi evaluasi yang lebih komprehensif, masing-masing kriteria diuraikan menjadi sub-kriteria yang dapat diukur. Biaya produksi mencakup biaya material, biaya cetak, dan biaya finishing. Kualitas cetak terdiri dari ketajaman cetak, akurasi warna, dan tampilan visual. Kekuatan material meliputi ketahanan sobek, ketahanan lipatan, dan ketahanan terhadap kelembaban, sementara keberlanjutan lingkungan mencakup kemampuan daur ulang, biodegradabilitas, dan sertifikasi lingkungan. Empat material kemasan—Art Paper, Ivory Paper, Cast Coated Paper, dan Metallized Paper—kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria-kriteria ini dengan menggunakan penilaian pakar. Dekomposisi hierarki memungkinkan berbagai persyaratan industri yang kompleks direpresentasikan secara sistematis dan menjadi landasan bagi analisis perbandingan berpasangan berikutnya.

3.1. Bobot Prioritas Kriteria Utama

Hasil agregasi penilaian lima pakar menunjukkan bahwa Kekuatan Material (C3) menempati prioritas tertinggi dengan bobot 0,425. Hal ini mengindikasikan bahwa pakar menilai kemampuan material menahan proses produksi, pencetakan, pelipatan, pengeleman, dan distribusi sebagai faktor paling krusial. Kualitas Cetak (C2) berada di urutan kedua dengan bobot 0,293, disusul Biaya (C1) sebesar 0,219, dan Ramah Lingkungan (C4) sebesar 0,062. Temuan ini sejalan dengan Kibirkštis & Kabelkaitė (2006) serta Nygårds et al. (2014) yang menekankan ketahanan mekanis dan ketahanan lipatan sebagai parameter penting dalam konversi kertas kemasan. Dominasi Kekuatan Material juga mencerminkan karakteristik industri rokok yang menuntut keandalan mesin berkecepatan tinggi dan perlindungan produk selama distribusi.

Tabel 3 Bobot Prioritas Kriteria Utama

Kriteria	Bobot	Peringkat
Kekuatan Material (C3)	0,425	1
Kualitas Cetak (C2)	0,293	2
Biaya (C1)	0,219	3
Ramah Lingkungan (C4)	0,062	4

3.2 Evaluasi Konsistensi Penilaian Pakar

Uji konsistensi menunjukkan seluruh nilai CR berada di bawah ambang 0,10. Nilai CR untuk matriks kriteria utama sebesar 0,0017; subkriteria biaya 0,0012; kualitas cetak 0,0002; dan kekuatan material 0,0034. Fakta ini mengonfirmasi bahwa pertimbangan pakar konsisten, logis, dan layak dilanjutkan ke sintesis keputusan. Nilai CR terkecil pada kualitas cetak menunjukkan tingkat kesepakatan pakar yang sangat tinggi, sedangkan CR tertinggi pada kekuatan material masih jauh di bawah batas toleransi.

Tabel 4 Ringkasan Uji Konsistensi

Matriks	CR	Interpretasi
Kriteria Utama	0,0017	Konsisten
Biaya	0,0012	Konsisten
Kualitas Cetak	0,0002	Konsisten
Kekuatan Material	0,0034	Konsisten

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

3.3 Sintesis Global dan Pemeringkatan Alternatif

Hasil sintesis prioritas global menunjukkan *Metallized Paper* (A4) sebagai alternatif terbaik dengan skor 0,337. Keunggulan ini didorong oleh bobot lokal tertinggi pada Kekuatan Material (0,556), yang merupakan kriteria paling dominan. Selain itu, *Metallized Paper* juga memiliki skor kualitas cetak yang memadai (0,289), sehingga dinilai paling seimbang dalam menjawab tuntutan mesin kemasan dan estetika premium produk rokok. *Ivory Paper* (A2) menempati peringkat kedua dengan skor 0,285. Material ini unggul pada aspek biaya (0,522) dan ramah lingkungan (0,539), tetapi belum mampu menyalip *Metallized Paper* karena bobot kumulatif kedua kriteria tersebut lebih kecil daripada Kekuatan Material. *Cast Coated Paper* (A3) berada di peringkat ketiga dengan skor 0,212; material ini unggul pada kualitas cetak (0,543), tetapi lemah pada kekuatan material (0,060) dan biaya (0,095). *Art Paper* (A1) berada di peringkat terakhir dengan skor 0,166 karena performa kekuatan fisiknya paling rendah.

Tabel 5 Skor Prioritas Global

Alternatif	Skor Global	Peringkat
Metallized Paper (A4)	0,337	1
Ivory Paper (A2)	0,285	2
Cast Coated Paper (A3)	0,212	3
Art Paper (A1)	0,166	4

3.4 Analisis Sensitivitas

Untuk menguji stabilitas keputusan, dilakukan analisis sensitivitas dengan mengubah bobot kriteria pada beberapa skenario. Pada skenario *baseline*, *Metallized Paper* (A4) unggul. Ketika bobot Biaya dinaikkan menjadi 0,40, *Ivory Paper* (A2) berpotensi menempati peringkat pertama karena keunggulan biayanya. Sebaliknya, ketika bobot Kualitas Cetak dinaikkan, *Cast Coated Paper* (A3) dapat menyalip *Ivory Paper*, tetapi belum mampu mengalahkan *Metallized Paper*. Pada skenario Ramah Lingkungan dominan, *Ivory Paper* (A2) menjadi alternatif terbaik. Hasil ini menunjukkan bahwa rekomendasi *Metallized Paper robust* pada skenario yang menekankan kekuatan material dan kualitas cetak, tetapi tidak robust jika perusahaan mengutamakan biaya atau aspek lingkungan secara mutlak.

Tabel 6 Analisis Sensitivitas

Skenario	C1	C2	C3	C4	Peringkat 1
Baseline	0,219	0,293	0,425	0,062	*Metallized paper*
Biaya dominan	0,400	0,200	0,300	0,100	*Ivory paper*
Kualitas dominan	0,150	0,500	0,250	0,100	*Metallized paper*
Lingkungan dominan	0,150	0,200	0,250	0,400	*Ivory paper*

3.5 Pembahasan Komparatif

Hasil penelitian ini memperkuat temuan Ruidong et al. (2023), bahwa AHP dapat digunakan untuk menilai kualitas material rokok. Namun, penelitian ini tidak menggabungkan AHP dengan *entropy weighting*. Nguyen et al. (2026) menunjukkan bahwa integrasi CE dan fuzzy MCDM dapat memperkaya analisis. Moosavi et al. (2021) menekankan pentingnya LCA untuk aspek lingkungan. Oleh karena itu, rendahnya bobot Ramah Lingkungan (0,062) perlu dibahas kritis: apakah karena pakar belum mempertimbangkan LCA, atau karena konteks industri rokok memang menekankan kekuatan dan estetika. Gunawan et al. (2025) menemukan bahwa harga merupakan kriteria paling dominan dalam pemilihan vendor paper packaging di PT. XYZ (0,377), sedangkan penelitian ini menemukan Kekuatan Material (0,425) sebagai prioritas utama, menunjukkan bahwa konteks industri dan karakteristik produk sangat memengaruhi struktur prioritas kriteria. Dolpanya (2026) menggunakan AHP dengan delapan pakar industri dan menemukan bahwa *green certification* menjadi kriteria paling berpengaruh (0,407–

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

0,460) pada kemasan makanan berbahan kertas. Perbedaan dengan temuan penelitian ini, di mana Ramah Lingkungan hanya memperoleh bobot 0,062, dapat dijelaskan oleh karakteristik industri rokok yang lebih menekankan kekuatan material dan estetika premium. (Igbinosa & Emmanuel, 2025) menggunakan AHP-TOPSIS untuk seleksi material kemasan biodegradable dan menemukan bahwa kekuatan mekanik menjadi kriteria dengan bobot tertinggi (40%), konsisten dengan temuan penelitian ini di mana Kekuatan Material mendominasi (0,425)

3.6 Implikasi Manajerial

Temuan-temuan studi ini menyediakan beberapa implikasi vital bagi ragam korporasi manufaktur yang bergerak pada bidang produksi kemasan rokok. Pertama, penetapan material kemasan seyogianya tidak bergantung semata pada ongkos pengadaan, melainkan harus mengadopsi evaluasi teknis yang ekstensif meliputi keandalan mekanis, kapabilitas cetak, dan parameter keberlanjutan. Kedua, kerangka kerja AHP usulan ini menyajikan instrumen penunjang keputusan yang jernih dan dapat direplikasi, dengan kemampuan untuk memitigasi elemen subjektivitas pada penyeleksian material sembari memacu konsistensi keputusan di berbagai lini keorganisasian. Ketiga, penjabaran bobot prioritas ini dapat memberikan panduan bagi para manajer pengadaan dan rekayasawan kemasan dalam membakukan tolok ukur pemilihan material secara faktual dan berkesesuaian dengan tuntutan produksi serta target strategis usaha jangka panjang.

Temuan-temuan studi ini menyediakan beberapa implikasi vital bagi ragam korporasi manufaktur yang bergerak pada bidang produksi kemasan rokok. Pertama, penetapan material kemasan seyogianya tidak bergantung semata pada ongkos pengadaan, melainkan harus mengadopsi evaluasi teknis yang ekstensif meliputi keandalan mekanis, kapabilitas cetak, dan parameter keberlanjutan. Kedua, kerangka kerja AHP usulan ini menyajikan instrumen penunjang keputusan yang jernih dan dapat direplikasi, dengan kemampuan untuk memitigasi elemen subjektivitas pada penyeleksian material sembari memacu konsistensi keputusan di berbagai lini keorganisasian. Ketiga, penjabaran bobot prioritas ini dapat memberikan panduan bagi para manajer pengadaan dan rekayasawan kemasan dalam membakukan tolok ukur pemilihan material secara faktual dan berkesesuaian dengan tuntutan produksi serta target strategis usaha jangka panjang.

Terlebih lagi, konstruksi hierarki keputusan di dalam penelitian ini dapat disesuaikan penerapannya bagi sektor-sektor industri lain yang sarat akan aktivitas pengemasan, mencakup komoditas pangan, produk medis, perawatan kulit, serta barang-barang harian, dengan cara merombak parameter evaluasi supaya selaras dengan keperluan spesifik di tiap-tiap ranah industrinya. Fleksibilitas yang ditawarkan AHP mengizinkan suatu entitas bisnis untuk menyertakan aneka tolok ukur komplementer layaknya jaminan kapabilitas penyalur (*supplier*), kelayakan keamanan produk, hingga keterpenuhan regulasi absah, tanpa perlu merombak drastis arsitektur basis pengambilan keputusannya.

4. Kesimpulan

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) telah berhasil diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan material kemasan pada industri rokok secara objektif dan sistematis. Berdasarkan hasil pengolahan data, kriteria Kekuatan Material terbukti menjadi prioritas utama dengan bobot tertinggi (0,425), diikuti oleh Kualitas Cetak (0,293), Biaya Produksi (0,219), dan Ramah Lingkungan (0,062). Dari evaluasi terhadap keempat alternatif, *Metallized Paper* ditetapkan sebagai material kemasan paling optimal dengan skor prioritas global tertinggi sebesar 0,337. Posisi berikutnya secara berurutan ditempati oleh *Ivory Paper* (0,285), *Cast Coated Paper* (0,212), dan *Art Paper* (0,166). Terpilihnya *Metallized Paper* didorong oleh keseimbangan performanya yang sangat baik dalam menahan beban mekanis sekaligus memberikan kualitas cetak visual yang premium. Implikasi dari penelitian ini memberikan panduan praktis bagi manajemen perusahaan, khususnya kolaborasi antara departemen pengadaan, produksi, dan kualitas, untuk beralih dari pengambilan keputusan yang subjektif menuju sistem evaluasi berbasis pembobotan kuantitatif. Model keputusan ini dapat diaplikasikan langsung sebagai Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*) yang terintegrasi dalam Standar Operasional Prosedur (SOP) perusahaan ketika akan menyeleksi atau merancang spesifikasi material baru. Secara spekulatif, penggunaan *Metallized Paper* yang sesuai dengan rekomendasi kriteria teknis ini diyakini akan berdampak langsung pada penurunan tingkat cacat kemasan (*defect rate*) saat melewati mesin *packing* berkecepatan tinggi, menekan waktu henti mesin (*downtime*), dan secara simultan meningkatkan daya pikat produk di mata konsumen. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar kerangka keputusan ini diperluas dengan memasukkan kriteria operasional lainnya seperti keandalan pemasok (*supplier reliability*), kompatibilitas kemasan dengan spesifikasi mesin (*machinability*), serta tinjauan jejak karbon melalui *Life Cycle Assessment* (LCA). Selain itu, sangat direkomendasikan untuk membandingkan hasil AHP dengan metode pengambilan keputusan multikriteria

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

(MCDM) lainnya seperti TOPSIS, VIKOR, atau pendekatan Fuzzy AHP serta memperluas jangkauan responden ahli dari berbagai perusahaan manufaktur rokok yang berbeda untuk mendapatkan model keputusan industri yang lebih komprehensif dan dapat digeneralisasi.

Reference

1. Bajwa, A. U. R., Siriwardana, C., Shahzad, W., & Naeem, M. A. (2025). Material selection in the construction industry: a systematic literature review on multi-criteria decision making. *Environment Systems and Decisions*, *45*(1), 8.
2. Dolpanya, K. (2026). GREEN SUPPLIER SELECTION USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS: EVIDENCE FROM THE PAPER FOOD PACKAGING INDUSTRY IN BANGKOK AND SURROUNDING PROVINCES. *Humanities, Arts and Social Sciences Studies*, *26*(1), 133–147. https://doi.org/10.69598/hasss.26.1.281961
3. Gunawan, A. R., Sasmita, A. H., & Larutama, W. (2025). Evaluasi Proses Pemilihan Vendor Paper Packaging Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, *8*(3), 2447–2457. https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.45962
4. Igbinosa, E., & Emmanuel, I. (2025). Multi-Criteria Optimization and Finite Element Assessment of Biodegradable Packaging Shells for Zero-Waste Consumer Goods Supply Chains. *Mbeya University of Science and Technology Journal of Research and Development*, *6*(2), 1–10. https://doi.org/10.62277/mjrd2025v6i20003
5. Indrawan, D., & Septiani, S. (2020). Replacing plastic: an assessment of new material for food production package to re-engineer packaging industry based on multi-criteria analyses. *First ASEAN Business, Environment, and Technology Symposium (ABEATS 2019)*, 20–22.
6. Khandelwal, C., & Barua, M. K. (2024). Prioritizing Circular Supply Chain Management Barriers Using Fuzzy AHP: Case of the Indian Plastic Industry. *Global Business Review*, *25*(1), 232–251. https://doi.org/10.1177/0972150920948818
7. Kibirkštis, E., & Kabelkaitė, A. (2006). Research of paper/paperboard mechanical characteristics. *Mechanics*, *59*(3), 34–41.
8. Kusi-Sarpong, S., Gong, Y., Brown, S., Gupta, H., Bai, C., & Orji, I. J. (2023). Multi-tier sustainable supply chains management for global sustainability. In *International Journal of Production Research* (Vol. 61, Number 14, pp. 4592–4602). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2216831
9. Moosavi, M., Ghorbannezhad, P., Azizi, M., & Zarea Hosseinabadi, H. (2021). Evaluation of life cycle assessment in a paper manufacture by analytical hierarchy process. *International Journal of Sustainable Engineering*, *14*(6), 1647–1657. https://doi.org/10.1080/19397038.2021.1982065
10. Nguyen, H. N., Nguyen, V. M., & Hoang, N. K. (2026). A circular economy driven fuzzy MCDM framework for supplier evaluation and selection in packaging industry. *Cogent Business and Management*, *13*(1). https://doi.org/10.1080/23311975.2026.2676341
11. Nygårds, M., Bhattacharya, A., & Krishnan, S. (2014). Optimizing shear strength profiles in paperboard for better crease formation. *PHYSICS Nordic Pulp & Paper Research Journal*, *29*(3), 510–519.
12. Ruidong, L., Hanqing, W., Jun, B., Lingyun, L., & Huali, Z. (2023). Construction and Application of Quality Assurance Capability Evaluation Model for Co-production of Cigarette Materials Based on AHP-Entropy Method. *Proceedings of the 2023 8th International Conference on Engineering Management (ICEM 2023)*, 326.
13. Saaty, T. L. (1990). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. RWS Publications. https://books.google.co.id/books?id=lfDXAAAAMAAJ
14. Salwa, H. N., Sapuan, S. M., Mastura, M. T., & Zuhri, M. Y. M. (2019). Analytic hierarchy process (AHP)-based materials selection system for natural fiber as reinforcement in biopolymer composites for food packaging. *BioResources*, *14*(4), 10014–10046.
15. Singer, H. (2024). Application of a Performance Evaluation Model to the Paper and Paper Products Printing Sector: The DEA-AHP Hybrid Algorithm. *Optimum Journal of Economics and Management Sciences*, *2024*(2), 215–238. https://dergipark.org.tr/tr/pub/optimum

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14296
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)