

Selecting Shoes Box Suppliers using DEMATEL-ANP-WZOGP Approach

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP

Ivan Gunawan¹, Dian Trihastuti¹, Martinus Edy Sianto¹, Ivena Godelva¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Email : ivangunawan@ukwms.ac.id

ABSTRAK

Seleksi pemasok merupakan suatu tahapan penting dalam pengadaan barang dan jasa. Pemasok yang sesuai akan melancarkan bisnis proses perusahaan sehingga meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Kemasan produk merupakan salah satu komponen vital dari keseluruhan representasi suatu produk. Banyak industri yang menyerahkan urusan kemasan pada pihak lain agar dapat fokus pada bidang spesialisasinya. Dengan demikian seleksi pemasok kemasan menjadi salah satu isu penting dalam dunia industri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model seleksi pemasok kemasan pada industri sepatu. Kemasan primer pada sepatu adalah dus sepatu yang terbuat dari karton. Dalam pengembangan model seleksi pemasok kemasan perlu ditentukan kriteria dan subkriteria yang relevan untuk mendukung keseluruhan proses seleksi pemasok. Integrasi Decision Making Laboratory and Evaluation Laboratory (DEMATEL), Analytic Network Process (ANP), dan Weighted Zero One Goal Programming (WZOGP) digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan model seleksi pemasok kemasan sepatu yang tepat. Pada langkah awal ditetapkan lima kriteria dan 12 sub-kriteria dari hasil studi literatur dan brainstorming dengan departemen pengadaan. Selanjutnya, metode DEMATEL mendukung pengembangan model hubungan antara kriteria, sub-kriteria, dan alternatif yang dibutuhkan dalam prosedur ANP. Kemudian, metode ANP secara sinergis menetapkan bobot masing-masing kriteria, sub-kriteria, dan alternatif. Bobot dari hasil metode ANP digunakan menjadi parameter model optimasi WZOGP. Dalam penelitian ini, kualitas (28,1%) menempati ranking kriteria tertinggi dan kemampuan menghasilkan cetakan pada dus sepatu yang sesuai spesifikasi (12,3%) menjadi sub-kriteria dengan ranking tertinggi. Pemilihan pemasok terbaik menggunakan metode ANP secara berurutan adalah pemasok B (62,22%) pemasok A (20,41%) dan pemasok C (17,38%). Hasil dari model optimasi WZOGP mengkonfirmasi hasil dari ANP dengan menetapkan pemasok B sebagai pemasok utama.

Kata Kunci: ANP, DEMATEL, goal programming, kemasan, sepatu, seleksi pemasok

ABSTRACT

Supplier selection is an important stage in the procurement of goods and services. The suitable suppliers will streamline the company's business processes to increase profits for the company. Product packaging is one of the vital components of the overall representation of a product. Many industries leave packaging matters to others to focus on their area of specialization. Thus, the selection of packaging suppliers has become one of the critical issues in the industrial world. This study aims to develop a packaging supplier selection model in the shoe industry. The primary packaging for shoes is a shoe box made of cardboard. In developing the packaging supplier selection model, it is necessary to determine the relevant criteria and sub-criteria to support the entire supplier selection process. The integration of the Decision-Making Laboratory and Evaluation Laboratory (DEMATEL), Analytic Network Process (ANP), and Weighted Zero-One Goal Programming (WZOGP) were used in this study to produce a suitable supplier selection model. In the initial step, five criteria and 12 sub-criteria were determined from the literature study and brainstorming with the procurement department. Furthermore, the DEMATEL method supports the development of a model of the relationship between criteria, sub-criteria, and alternatives required in the ANP procedure. Then, the ANP method synergistically assigns weights to each criterion, sub-criteria, and alternative. The weights from the results of the ANP method are used as parameters for the WZOGP optimization model. In this study, quality (28.1%) was ranked as the highest criterion, and shoe box prints that matched the specifications (12.3%) became the sub-criteria with the highest ranking. The selection of the best suppliers using the ANP method sequentially is supplier B (62.22%), supplier A (20.41%), and supplier C (17.38%). The results of the WZOGP optimization model confirm the results of the ANP by setting supplier B as the leading supplier.

Keywords: ANP, DEMATEL, goal programming, packaging, shoes, supplier selection

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva

PENDAHULUAN

Kemasan merupakan salah satu atribut penting pada suatu produk. Manfaat utama dari kemasan adalah untuk melindungi produk yang akan dipasarkan. Kemasan dapat mencegah kerusakan produk selama transportasi dan penyimpanan. Lebih jauh, manfaat kemasan tidak hanya sekedar melindungi produk tetapi juga sebagai media promosi untuk pemasaran suatu produk [1]. Bahkan, telah terbukti bahwa kemasan suatu produk dapat memengaruhi perilaku pembelian konsumen [2]. Begitu pentingnya peran kemasan suatu produk menyebabkan industri tidak dapat memandang sebelah mata urusan mengenai kemasan produk-produknya. Kebanyakan industri memilih menyerahkan urusan kemasan produk ini pada pihak lain dan berperan sebagai konsumen agar bisa fokus pada bidang spesialisasinya. Di sisi lain, banyaknya industri yang dapat menyediakan kemasan produk dengan berbagai dinamikanya, menyebabkan aktivitas seleksi hingga penetapan pemasok kemasan yang sesuai menjadi masalah yang kompleks.

Aktivitas seleksi pemasok merupakan bagian dari proses pengadaan. Proses pengadaan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kelancaran operasional suatu industri [3]. Pemasok yang tepat telah terbukti akan meningkatkan kelancaran produksi yang berdampak pada naiknya keuntungan. Proses pengadaan dalam suatu industri seringkali melibatkan banyak pemangku kepentingan yang ikut dalam aktivitas pengambilan keputusan. Untuk mendapatkan pemasok yang sesuai, banyak kriteria yang perlu dipertimbangkan dari berbagai aspek dan disepakati oleh seluruh pemangku kepentingan. Kriteria ini berperan penting dalam merepresentasikan dimensi pemasok yang diharapkan oleh industri. Selanjutnya, kriteria yang telah ditetapkan tersebut diekstensifikasi menjadi sub-kriteria yang bersifat operasional. Dalam bidang pemodelan matematis, pengambilan keputusan yang mempertimbangkan banyak kriteria dan sub-kriteria dikenal dengan Multiple Criteria Decision Making (MCDM). Ada dua struktur yang dikenal untuk memodelkan hubungan kriteria dan sub-kriteria: hierarki (independen) dan jaringan (dependen) [4]. Pemodelan kriteria dan sub-kriteria dalam bentuk hierarki dikenal dengan nama Analytical Hierarchy Process (AHP), sedangkan dalam bentuk jaringan dikenal dengan Analytical Network Process (ANP).

Metode AHP dan ANP mampu merepresentasikan tingkat kepentingan dari beberapa pembuat keputusan untuk mempertimbangkan saling keterkaitan antar kriteria dan sub-kriteria. Perbedaanannya, metode ANP tidak melibatkan struktur baku bertingkat seperti metode AHP sehingga metode ANP dapat mengakomodasi masalah yang lebih kompleks. Metode ANP melibatkan model interaksi antar kriteria multi-arah sehingga membentuk jaringan yang saling berhubungan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model hubungan antar kriteria seleksi pemasok menggunakan metode ANP dapat mengakomodasi hubungan umpan balik yang merupakan ciri dari masalah yang kompleks. Namun, dalam metode ANP belum ditetapkan suatu teknik baku untuk menentukan hubungan antar sub-kriteria yang dapat mengakomodasi lebih dari satu pembuat keputusan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penentuan hubungan antar sub-kriteria yang dibutuhkan dalam prosedur ANP dilakukan dengan metode Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL). Metode DEMATEL akan secara sistematis membantu menghasilkan model hubungan antar kriteria dan sub-kriteria dengan mengakomodasi pendapat dari lebih dari satu pemangku kepentingan. Pendekatan integrasi DEMATEL dan ANP dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah seleksi pemasok yang memiliki hubungan dependen dengan umpan balik. Dengan demikian, penentuan bobot prioritas yang menjadi dasar pengambilan keputusan menjadi semakin akurat.

Prosedur seleksi pemasok melalui prosedur ANP saja, memungkinkan adanya bias terhadap jawaban yang diberikan pembuat keputusan. Bias dalam pengambilan keputusan pemasok umumnya diakibatkan strategi promosi yang dilakukan oleh pemasok. Zero One Goal Programming (ZOGP) dinilai dapat meningkatkan objektivitas dalam proses seleksi pemasok dengan menghilangkan intervensi terhadap pembuat keputusan. Metode ZOGP sendiri merupakan pengembangan goal programming untuk hasil optimasi dalam bentuk angka biner (0 atau 1). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, proses pemilihan pemasok diusulkan menggunakan Zero One Goal Programming (ZOGP). Integrasi DEMATEL-ANP-Goal Programming telah terbukti berhasil dalam pengembangan model seleksi pada beberapa penelitian terdahulu seperti model seleksi sistem manajemen untuk mendukung kesinambungan usaha kecil dan menengah (UKM) [5], model seleksi program tanggung jawab sosial perusahaan [6], model evaluasi kebijakan kewirausahaan [7], model seleksi program manajemen hijau untuk armada penerbangan [8], model seleksi pemasok hijau untuk bahan baku industri pangan [9], dan model seleksi sistem manajemen perawatan kesehatan cerdas untuk pusat kesehatan masyarakat [10]. Secara teknis, prosedur ANP akan menghasilkan bobot yang akan menjadi parameter dalam model matematis ZOGP. Oleh karena itu,

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / *Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva*

model ZOGP selanjutnya disebut secara spesifik sebagai Weighted Zero One Goal Programming (WZOGP) untuk menekankan adanya ekstensifikasi dari model ZOGP pada umumnya. Untuk memungkinkan aplikasi model WZOGP pada akhir proses pemilihan pemasok, sub-kriteria yang ditetapkan harus dapat dikuantifikasikan. Model WZOGP untuk pemilihan pemasok dicari solusinya secara *preemptive* dengan bantuan software Lingo 11.

Penelitian terdahulu mengenai pemilihan pemasok kemasan telah dilakukan untuk berbagai produk, seperti produk teknologi tinggi [11]; produk elektronika [12]; komponen elektronika [13]; dan produk pangan [14, 15]. Setiap produk memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga pengembangan model yang aplikatif perlu mempertimbangkan hingga jenis produk yang spesifik. Hingga saat ini berdasarkan pengetahuan peneliti, belum ada penelitian mengenai pemasok kemasan sepatu. Dengan demikian, pengembangan model seleksi pemasok untuk kemasan sepatu bisa menjadi kebaruan penelitian. Pada penelitian ini pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP akan diaplikasikan pada kasus pemilihan pemasok kemasan pada industri sepatu yaitu dus sepatu yang terbuat dari material karton. Dus sepatu merupakan kemasan primer bagi produk sepatu. Dus sepatu ini harus memenuhi berbagai kriteria agar dapat menjamin sepatu dalam kondisi baik sampai ke konsumen. Model seleksi pemasok dus sepatu ini bertujuan untuk membantu tim pengadaan dalam menetapkan pemasok yang tepat yang akan mengurangi masalah operasional yang sering dihadapi. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan solusi dalam kasus seleksi pemasok kemasan.

METODE

Tahapan awal yang harus dilakukan dalam proses seleksi pemasok kemasan adalah penentuan kriteria dan sub-kriteria melalui studi literatur dan *brainstorming* dengan departemen pengadaan. Tahap selanjutnya menentukan hubungan keterkaitan antar kriteria, sub-kriteria, dan alternatif dengan menggunakan DEMATEL. Dalam prosedur DEMATEL, pengumpulan data dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada lima *experts* dari berbagai departemen terkait di perusahaan dengan skala seperti pada Tabel 1. Hasil tersebut akan dirata-rata sehingga menjadi matriks A. Selanjutnya, matriks A yang telah dinormalisasi disebut sebagai matriks M (lihat persamaan 1). Kemudian dilakukan perhitungan matriks T (lihat persamaan 3) dan dicari nilai *threshold* untuk menentukan kriteria, sub-kriteria, dan alternatifnya yang saling berhubungan. Jika nilai t_{ij} pada matriks T lebih besar dibanding nilai *threshold* maka memiliki hubungan keterkaitan dan sebaliknya jika nilai t_{ij} pada matriks T lebih kecil dibandingkan nilai *threshold* maka tidak memiliki hubungan keterkaitan.

$$M = k \times A \tag{1}$$

$$k = \text{Min} \left[\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right], \tag{2}$$

$$T = M (I - M)^{-1} \tag{3}$$

Tabel 1. Keterangan Skala Penilaian DEMATEL

Tingkat Kepentingan	Definisi
0	Tidak ada pengaruh
1	Pengaruh rendah
2	Pengaruh sedang
3	Pengaruh tinggi
4	Pengaruh sangat tinggi

Model hubungan keterkaitan tersebut akan digunakan sebagai model jaringan dalam prosedur ANP. kemudian menghitung bobot tiap sub-kriteria dan alternatif melalui matriks perbandingan berpasangan kriteria, sub-kriteria, dan alternatif yang berdasarkan hubungan keterkaitan (jaringan) dengan menggunakan skala kuantitatif pada Tabel 2. Pada metode ANP perlu dilakukan pengecekan konsistensi inputan yang diberikan oleh *experts* dengan mencari *Consistency Ratio* (CR) dengan persamaan 6, nilai RI didapatkan dari Tabel 3. Jika nilai $CR \geq 0,1$ penilaian *experts* dianggap tidak konsisten dan perlu dilakukan pengambilan data kembali.

$$\lambda_{max} = \sum_{i,j=1}^n \left(\sum W_j * X_i \right) \tag{4}$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{5}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{6}$$

Keterangan:

- λ_{max} : Nilai eigen terbesar dari matriks perbandingan berpasangan n x n
- n : Jumlah item yang diperbandingkan (ukuran matriks)
- CI : Indeks konsistensi/ *Consistency Index*
- RI : *Random Index*

Tabel 2. Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan [4]

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit memihak satu elemen dibanding pasangannya
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian dengan kuat memihak satu elemen dibanding pasangannya
7	Sangat penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya terlihat
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan
2,4,6,8	Nilai antara	Diberikan bila terdapat keraguan penilaian antara dua penilaian yang berdekatan
Kebalikan	$A_{ij} = \frac{1}{A_{ji}}$	Jika aktivitas I memperoleh suatu angka bila dibandingkan dengan aktivitas j, maka j memiliki nilai kebalikannya bila dibandingkan i

Tabel 3. Nilai *Random Index* [4]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Tahapan ANP berikutnya adalah menghitung supermatriks yang terdiri dari tiga yaitu: *unweighted supermatrix*, *weighted supermatrix*, dan *limit supermatrix*. Tahap *unweighted supermatrix* merupakan nilai *eigenvector* dari matriks berpasangan sub-kriteria dan alternatif. Tahap *weighted supermatrix* merupakan perkalian antara *unweighted supermatrix* dengan bobot masing-masing *cluster matrix*, kemudian setiap kolom pada dilakukan normalisasi hingga memiliki jumlah 1. Tahap *limit supermatrix* memangkatkan *weighted supermatrix* sampai stabil, stabilisasi dicapai ketika semua baris dalam supermatriks memiliki nilai yang sama. Kemudian menghitung bobot akhir dengan menormalisasi nilai *limit supermatrix* untuk memperoleh urutan prioritas setiap sub-kriteria dan alternatif. Bobot dari tiap sub-kriteria ANP menjadi bobot dalam WZOGP dalam menentukan

pemasok yang terbaik, dengan menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala dengan data kuantitatif yang diberikan perusahaan dan diolah dengan bantuan *software* Lingo 11.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam menentukan pemasok adalah menentukan kriteria dan sub-kriteria yang sesuai dengan kebutuhan. Pengambilan data dalam studi kasus ini dilakukan dengan studi literatur dan wawancara dengan manajer pengadaan yang telah bekerja selama lebih dari 10 tahun untuk mengkonfirmasi kriteria dan sub-kriteria yang sesuai bagi pemasok kemasan. Tabel 4 menunjukkan kriteria, sub-kriteria, dan penjelasan untuk setiap sub-kriteria yang digunakan.

Tabel 4. Kriteria, Sub-kriteria, dan Penjelasan Setiap Sub-kriteria

Kriteria	Sub Kriteria		Keterangan
Harga (H)	Potongan harga/ diskon	H1	Besaran diskon yang diberikan pemasok bergantung dengan jumlah pesanan perusahaan. Semakin banyak barang yang dipesan akan mendapatkan diskon.
	Tenggat waktu pembayaran	H2	Syarat pembayaran dilakukan saat barang datang sesuai dengan tenggat waktu yang telah ditentukan oleh pemasok.
Kualitas (K)	Kemampuan memberikan bahan dengan kualitas yang konsisten (ketebalan).	K1	Ketepatan dalam memberikan ketebalan karton yang sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh perusahaan dan memiliki konsistensi ketebalan dalam satu pemesanan.
	Jumlah barang cacat	K2	Kualitas karton yang diberikan harus baik, tidak ada yang sobek dan tidak ada yang basah.
	Kemampuan memberikan <i>printing</i> sesuai spesifikasi.	K3	Ketepatan <i>printing label</i> yang sesuai dengan spesifikasi perusahaan. <i>Label</i> menunjukkan informasi merek, jenis model, warna, barcode, dan ukuran sepatu.
Pengiriman (P)	Ketepatan waktu pengiriman	P1	Barang datang tepat waktu sesuai dengan kesepakatan.
	<i>Delivery lead time</i>	P2	Saat melakukan pemesanan, selang waktu yang dijanjikan terhitung pada saat memesan sampai barang datang cukup singkat.
	Akurasi jumlah pengiriman	P3	Ketepatan jumlah dalam pengiriman bahan, tidak boleh lebih dari pesanan dan tidak boleh kurang.
Service (S)	Waktu respon order	S1	Cepat dan tanggap dalam merespon permintaan dan pertanyaan pelanggan.
	Waktu respon komplain	S2	Cepat dan tanggap dalam merespon komplain yang diajukan pelanggan dan berikut penanganannya.
Fleksibilitas (F)	Pemenuhan perubahan jadwal pengiriman	F1	Fleksibel dalam melakukan perubahan jadwal pengiriman, dapat mengikuti kemauan perusahaan.
	Pemenuhan jumlah permintaan	F2	Fleksibel dalam memenuhi tambahan jumlah permintaan secara mendadak.

Tahapan Metode DEMATEL

Setelah ditentukan kriteria dan sub-kriteria dilakukan penentuan hubungan keterkaitan antar kriteria, sub-kriteria, dan alternatif dengan menggunakan DEMATEL. Metode DEMATEL merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyusun atau merumuskan hubungan keterkaitan antar kriteria, sub-kriteria, dan alternatif menjadi model yang terstruktur dan mudah untuk dipahami. Data awal yang didapat adalah hasil pengisian kuesioner yang dibagikan kepada lima responden, kuesioner tersebut berupa penilaian perbandingan berpasangan untuk melihat seberapa besar suatu sub-kriteria dan alternatif mempengaruhi sub-kriteria dan alternatif lainnya dengan menggunakan skala 0 sampai 4. Dengan metode DEMATEL dapat mengintegrasikan inputan dari responden yang lebih dari satu dengan cara merata-rata nilai yang diberikan, selain itu dengan DEMATEL diharapkan mendapatkan hubungan keterkaitan antar kriteria, sub-kriteria dan alternatif menjadi semakin akurat.

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / *Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva*

Nilai rata-rata keseluruhan matriks hubungan total (matriks T) adalah sebesar 0,1079. Maka setiap nilai pada matriks T akan dibandingkan dengan nilai *threshold value*, jika nilai pada matriks T lebih besar dari pada *threshold* berarti sub-kriteria tersebut memiliki hubungan. Tabel 5 menunjukkan matriks T dengan nilai t_{ij} yang diberi warna kuning adalah sub-kriteria yang saling berhubungan. Hubungan tersebut kemudian divisualisasikan dengan model struktur hubungan antar kriteria dan sub-kriteria.

Tabel 5. Matriks T

T	H1	H2	K1	K2	K3	P1	P2	P3	S1	S2	F1	F2	Sup A	Sup B	Sup C
H1	0,09	0,14	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,04	0,07	0,07	0,15	0	0	0
H2	0,14	0,05	0,07	0,06	0,06	0,13	0,14	0,13	0,04	0,06	0,14	0,08	0	0	0
K1	0,12	0,03	0,04	0,12	0,13	0,04	0,03	0,04	0,01	0,1	0,02	0,04	0	0	0
K2	0,15	0,13	0,13	0,06	0,14	0,13	0,06	0,1	0,02	0,04	0,05	0,06	0	0	0
K3	0,14	0,05	0,1	0,13	0,06	0,13	0,14	0,06	0,04	0,06	0,06	0,15	0	0	0
P1	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	0,1	0,17	0,09	0,13	0,16	0,16	0,18	0	0	0
P2	0,06	0,05	0,14	0,06	0,06	0,07	0,06	0,14	0,11	0,14	0,15	0,16	0	0	0
P3	0,16	0,06	0,15	0,16	0,15	0,09	0,07	0,06	0,04	0,13	0,12	0,16	0	0	0
S1	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,13	0,14	0,05	0,04	0,05	0,13	0,14	0	0	0
S2	0,12	0,1	0,15	0,16	0,15	0,14	0,07	0,14	0,04	0,06	0,11	0,15	0	0	0
F1	0,1	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17	0,17	0,14	0,12	0,15	0,09	0,19	0	0	0
F2	0,16	0,14	0,09	0,08	0,08	0,17	0,17	0,15	0,14	0,14	0,17	0,1	0	0	0
Sup A	0,15	0,13	0,15	0,14	0,16	0,08	0,07	0,13	0,12	0,12	0,06	0,09	0	0	0
Sup B	0,2	0,18	0,2	0,2	0,2	0,21	0,19	0,19	0,15	0,18	0,18	0,21	0	0	0
Sup C	0,08	0,11	0,15	0,09	0,13	0,13	0,09	0,14	0,12	0,13	0,09	0,1	0	0	0

Tahapan Metode ANP

Gambar 2 menunjukkan model struktur hubungan antar kriteria dalam pemilihan pemasok dus sepatu yang dikembangkan dari matriks T. Setelah menentukan hubungan keterkaitan, langkah berikutnya membuat matriks perbandingan berpasangan tiap kriteria, sub-kriteria, dan alternatif. Tabel 6 menunjukkan penilaian perbandingan berpasangan antar kriteria yang didapat dari jawaban *experts* dari pengisian kuesioner, setelah didapatkan nilai perbandingan tersebut dicari nilai *geometric mean* (GM) yang akan dikonversi menjadi nilai pada matriks perbandingan.

Pada Tabel 7, angka 0 menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan keterkaitan antar kriteria. Setelah didapatkan matriks perbandingan berpasangan, dilakukan penghitungan nilai *eigenvector*, dan pengecekan konsistensi yaitu λ_{maks} , CI, dan CR. Jika tidak konsisten perlu dilakukan pengambilan data kembali hingga mendapatkan hasil yang konsisten.

Matriks Perbandingan Sub-kriteria

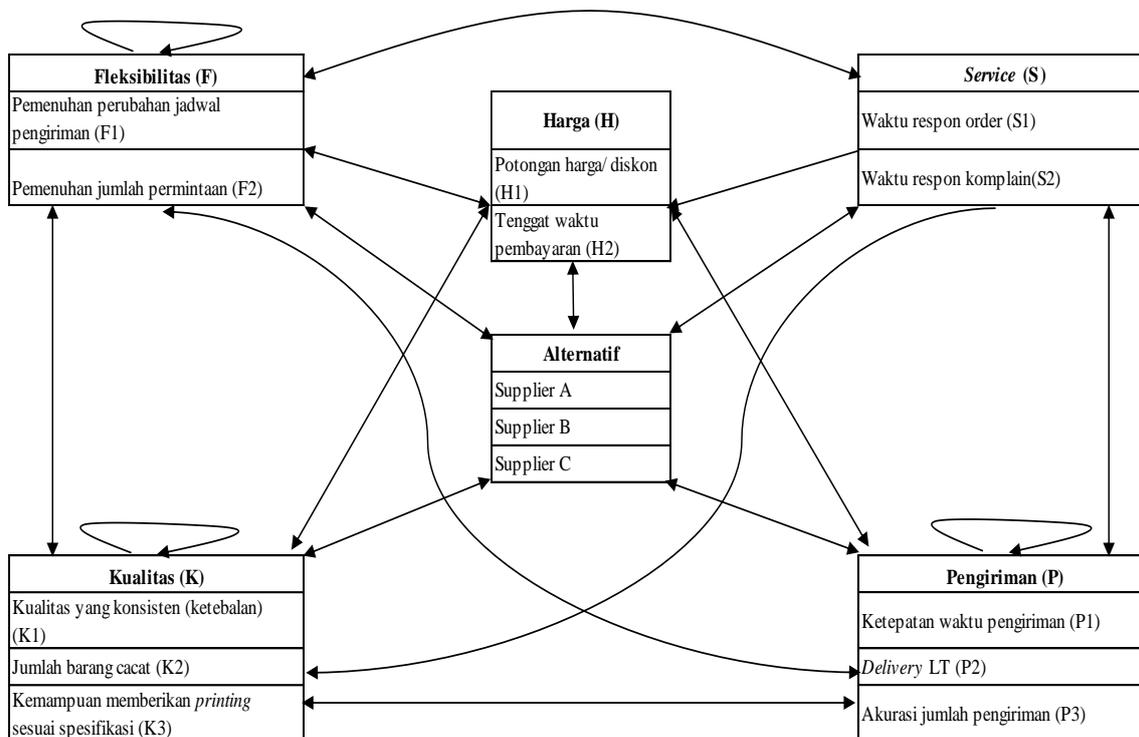
Pada matriks perbandingan berpasangan sub-kriteria dilakukan perbandingan dengan tiap kriteria yang berhubungan dengannya. Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, dan Tabel 11 menunjukkan contoh sub-kriteria potongan harga/diskon (H1) terhadap H, K, P, dan F.

H1 tidak memiliki keterkaitan hubungan dengan kriteria *service*, sehingga tidak terdapat matriks berpasangannya. Setelah didapatkan semua matriks berpasangan tiap kriteria, sub-kriteria dan alternatif dilakukan penghitungan supermatriks. Tahap supermatriks pertama adalah *unweighted supermatrix* yang merupakan nilai *eigenvector* dari masing-masing sub-kriteria dan alternatif sesuai dengan model jaringannya.

Tahap supermatriks yang kedua adalah *weighted supermatrix* yang merupakan dari perkalian antara *unweighted supermatrix* dengan bobot masing-masing kriteria (*cluster matrix*). Kemudian, dilakukan normalisasi pada tiap nilai dalam matriks. Tahap terakhir dari supermatriks adalah *limit matrix*, yang didapatkan dari memangkatkan *weighted supermatrix* sampai stabil. Stabilisasi dicapai ketika semua baris dalam supermatriks memiliki nilai yang sama.

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva

Setelah didapatkan nilai *limit matrix* dilakukan pencarian nilai bobot global yang didapatkan dari normalisasi tiap sub-kriteria dan alternatif. Normalisasi dengan cara menjumlah nilai limit matriks tiap alternatif dan tiap sub-kriteria kemudian dilakukan pembagian tiap nilai limit matriks dengan total jumlahnya. Berikut merupakan bobot akhir dari metode ANP pada kriteria, sub-kriteria dan alternatif.



Gambar 2. Struktur Hubungan antar Kriteria

Tabel 6. Bobot Kriteria

	H	H	H	H	K	K	K	P	P	S
	K	P	S	F	P	S	F	S	F	F
E1	2	0,5	3	4	2	2	3	2	3	3
E2	0,5	0,33	0,5	0,33	3	2	3	2	3	2
E3	3	2	3	3	3	5	2	3	2	1
E4	2	0,5	0,33	1	3	2	3	2	0,5	3
E5	0,2	0,17	0,2	0,25	3	3	2	0,33	0,5	2
GM	1,04	0,49	0,79	1	2,77	2,61	2,55	1,52	1,35	2,05

Tabel 7. Matriks Perbandingan Kriteria

	H	K	P	S	F	e
H	1	1,0371	0,4884	0	1	0,1396
K	0,9642	1	2,7663	0	2,5508	0,2557
P	2,0477	0,3615	1	1,5157	1,3510	0,2582
S	1,2723	0,3839	0,6598	1	2,0477	0,2061
F	1	0,3920	0,7402	0,4884	1	0,1404
Σ	6,2841	3,1745	5,6547	3,0041	7,9495	

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / *Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva*

Tabel 8. Matriks Berpasangan H1 terhadap H

	H2	e
H2	1	1
Σ	1	

Tabel 9. Matriks Berpasangan H1 terhadap K

	K1	K2	K3	e
K1	1	2,6052	0,9441	0,3871
K2	0,3839	1	0,2136	0,1256
K3	1,0592	4,6821	1	0,4873
Σ	2,4431	8,2872	2,1577	

Tabel 10. Matriks Berpasangan H1 terhadap P

	P1	P2	P3	e
P1	1	0,3920	0,5173	0,1832
P2	2,5508	1	1,1487	0,4460
P3	1,9332	0,8706	1	0,3708
Σ	5,4840	2,2626	2,6660	

Tabel 11. Matriks Berpasangan H1 terhadap F

	F2	e
F2	1	1
Σ	1	

Bobot Prioritas Kriteria

Berdasarkan dari perhitungan matriks perbandingan untuk keseluruhan kriteria, dihasilkan urutan prioritas kriteria untuk mendapatkan pemasok kemasan terbaik. Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa kriteria yang mendapatkan posisi prioritas pertama adalah kriteria kualitas dengan bobot sebesar 0,28080, yang artinya kualitas merupakan kriteria seleksi yang paling kritis dalam menentukan pemasok dus sepatu. Pemasok yang mampu memberikan kualitas (ketebalan karton dan *printing*) yang sesuai spesifikasi lebih penting, dikarenakan ketebalan atau *printing* merupakan visualisasi awal yang dilihat orang saat membeli produk. Urutan prioritas kedua adalah pengiriman dengan bobot sebesar 0,23702, yang artinya jika kedatangan dus tersebut terlambat dapat menimbulkan gangguan pada jadwal produksi dan pengiriman pesanan pada konsumen. Harga memiliki urutan prioritas ketiga dengan bobot sebesar 0,20747, jika harga dus yang didapat lebih murah dapat memberikan keuntungan lebih besar bagi perusahaan dan dapat perusahaan dapat memberikan harga lebih murah pada konsumen untuk memenangkan persaingan. Fleksibilitas menduduki urutan prioritas keempat dengan bobot sebesar 0,16008, dan dilanjutkan dengan *service* dengan bobot sebesar 0,11463 pada peringkat terakhir.

Tabel 12. Bobot Kriteria dalam Seleksi Pemasok Dus Sepatu

Rank	Kriteria	Nilai <i>Eigen</i> Global	Persentase
1	Kualitas	0,28080	28,080%
2	Pengiriman	0,23702	23,702%
3	Harga	0,20747	20,747%
4	Fleksibilitas	0,16008	16,008%
5	<i>Service</i>	0,11463	11,463%

Bobot Prioritas Sub-kriteria

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva

Pengolahan bobot prioritas antar sub-kriteria berdasarkan dari perhitungan matriks perbandingan tiap hubungan keterkaitan sub-kriteria, kemudian dihitung dengan supermatriks untuk mendapatkan nilai *eigen* globalnya. Pada Tabel 13 dihasilkan urutan prioritas sub-kriteria yang paling penting adalah kemampuan memberikan *printing* sesuai spesifikasi (K3) dengan bobot sebesar 0,12298, *printing* label pada dus sepatu yang sesuai spesifikasi merupakan sub-kriteria yang sangat penting dalam produksi sepatu karena di dalam label tersebut terdapat informasi sepatu (warna dus, merek, informasi jenis sepatu, ukuran sepatu, dan barcode), maka dari itu sub-kriteria ketepatan *printing* label menjadi prioritas utama. Urutan kedua adalah potongan harga/diskon (H1) dengan bobot sebesar 0,12071, besarnya diskon yang diberikan pemasok dapat memberikan keuntungan lebih bagi perusahaan karena dapat menekan biaya produksi. Urutan ketiga adalah pemenuhan jumlah permintaan (F2) dengan bobot sebesar 0,10739, dalam pemesanan dus sepatu terkadang terdapat jumlah permintaan yang meningkat, pemasok yang fleksibel dapat memenuhi kebutuhan tambahan tersebut dan jika tidak dapat memenuhi perlu melakukan pemesanan ke pemasok lain yang sangat memakan waktu, maka dari itu fleksibilitas dari pemasok sangat dibutuhkan. Urutan keempat adalah kemampuan memberikan bahan dengan kualitas yang konsisten ketebalan (K1) dengan bobot sebesar 0,10326. Urutan kelima dan keenam berturut-turut pada kriteria pengiriman yaitu *delivery lead time* (P2) dan akurasi jumlah pengiriman (P3). Dapat dilihat dari lima besar sub-kriteria didominasi oleh kriteria kualitas yaitu pada urutan pertama dan keempat. Nilai bobot prioritas tiap sub-kriteria nanti akan digunakan untuk membuat formulasi model WZOGP.

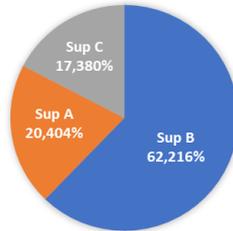
Tabel 13. Bobot Prioritas antar Sub-kriteria

Sub-kriteria	Limit Matrix	Nilai <i>Eigen</i> Global	Persentase	Rank
H1	0,10119	0,12071	12,071%	2
H2	0,07272	0,08676	8,676%	7
K1	0,08655	0,10326	10,326%	4
K2	0,04574	0,05456	5,456%	10
K3	0,10308	0,12298	12,298%	1
P1	0,04788	0,05712	5,712%	9
P2	0,07715	0,09204	9,204%	5
P3	0,07364	0,08785	8,785%	6
S1	0,03125	0,03728	3,728%	12
S2	0,06484	0,07735	7,735%	8
F1	0,04417	0,05269	5,269%	11
F2	0,09002	0,10739	10,739%	3

Bobot Prioritas Alternatif

Pada akhir prosedur ANP didapatkan hasil dengan urutan seleksi pemasok terbaik (lihat Gambar 3). Pemasok yang dianggap paling sesuai dengan perusahaan adalah pemasok B dengan bobot persentase sebesar 62,216%. Kemudian pemasok terbaik kedua adalah pemasok A dengan bobot persentase sebesar 20,404%, dan yang ketiga adalah pemasok C dengan bobot persentase sebesar 17,380%.

SUPPLIER PACKAGING



Gambar 3. Pie Chart Bobot Perbandingan Alternatif (Pemasok Dus Sepatu)

Tahapan Metode Weighted Zero One Goal Programming (WZOGP)

Pengembangan model seleksi pemasok kemasan dilakukan dengan mengintegrasikan bobot sub-kriteria yang diperoleh dari metode ANP ke dalam WZOGP. Langkah pertama yang dilakukan dengan memasukkan kendala sasaran dan batasan yang ada. Pada langkah kedua sampai kedua belas, dilakukan dengan menambahkan kendala sasaran dan nilai variabel yang dihasilkan pada langkah sebelumnya sebagai tambahan batasan. Tabel 14 menunjukkan fungsi tujuan ganda yang akan digunakan dalam model WZOGP.

Tabel 14. Fungsi Tujuan Ganda

Objektif	Fungsi Objektif	F(X)	w	
H1	Maks	$0,05 X_1 + 0,10 X_2 + 0 X_3 + d_1^- - d_1^+ = 0,20$	d_1^+	0,12071
H2	Maks	$85 X_1 + 70 X_2 + 50 X_3 + d_2^- - d_2^+ = 90$	d_2^+	0,08676
K1	Maks	$0,80 X_1 + 0,92 X_2 + 0,71 X_3 + d_3^- - d_3^+ = 0,99$	d_3^+	0,10326
K2	Min	$0,004 X_1 + 0,005 X_2 + 0,012 X_3 + d_4^- - d_4^+ = 0,015$	d_4^-	0,05456
K3	Maks	$0,76 X_1 + 0,92 X_2 + 0,72 X_3 + d_5^- - d_5^+ = 0,99$	d_5^+	0,12298
P1	Maks	$0,88 X_1 + 0,76 X_2 + 0,73 X_3 + d_6^- - d_6^+ = 0,99$	d_6^+	0,05712
P2	Min	$12 X_1 + 18 X_2 + 16 X_3 + d_7^- - d_7^+ = 30$	d_7^-	0,09204
P3	Maks	$0,82 X_1 + 0,85 X_2 + 0,90 X_3 + d_8^- - d_8^+ = 0,99$	d_8^+	0,08785
S1	Min	$0,93 X_1 + 0,83 X_2 + 0,94 X_3 + d_9^- - d_9^+ = 0,99$	d_9^-	0,03728
S2	Min	$0,90 X_1 + 0,86 X_2 + 0,90 X_3 + d_{10}^- - d_{10}^+ = 0,99$	d_{10}^-	0,07735
F1	Min	$17 X_1 + 26 X_2 + 21 X_3 + d_{11}^- - d_{11}^+ = 30$	d_{11}^-	0,05269
F2	Maks	$0,18 X_1 + 0,23 X_2 + 0,10 X_3 + d_{12}^- - d_{12}^+ = 0,25$	d_{12}^+	0,10739

- H1 : Memaksimalkan potongan harga/diskon
- H2 : Memaksimalkan tenggat waktu pembayaran
- K1 : Memaksimalkan kemampuan memberikan bahan dengan kualitas yang konsisten (ketebalan)
- K2 : Meminimumkan jumlah barang cacat
- K3 : Memaksimalkan kemampuan memberikan printing sesuai spesifikasi
- P1 : Memaksimalkan ketepatan waktu pengiriman
- P2 : Meminimumkan *delivery lead time*
- P3 : Memaksimalkan akurasi jumlah pengiriman
- S1 : Meminimumkan waktu respon order
- S2 : Meminimumkan waktu respon complain
- F1 : Meminimumkan pemenuhan perubahan jadwal pengiriman
- F2 : Memaksimalkan pemenuhan jumlah permintaan

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / *Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva*

Fungsi tujuan pada Tabel 14 selanjutnya konversi menjadi fungsi tujuan tunggal dalam model WZOGP seperti pada persamaan 4.

$$\text{Minimize } Z = 0,12071 d_1^+ + 0,08676 d_2^+ + 0,10326 d_3^+ + 0,05456 d_4^- + 0,12298 d_5^+ + 0,05712 d_6^+ + 0,09204 d_7^- + 0,08785 d_8^+ + 0,03728 d_9^- + 0,07735 d_{10}^- + 0,05269 d_{11}^- + 0,10739 d_{12}^+ \quad (4)$$

Seleksi alternatif pemasok dengan metode ANP menggunakan penilaian subjektif perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dari pemangku kepentingan, sedangkan dalam seleksi pemasok umumnya terdapat spesifikasi kuantitatif yang bisa didapatkan dari proposal penawaran. Pada prosedur ANP, pemasok yang terpilih adalah pemasok B. Untuk membuktikan bahwa pemilihan pemasok B bebas intervensi dari strategi pemasok akan dilakukan optimasi dengan memasukkan bobot untuk tiap-tiap sub-kriteria yang akan digunakan sebagai parameter matematis WZOGP dan data kuantitatif dari perusahaan.

Bobot sub-kriteria akan dimasukkan ke dalam formulasi fungsi tujuan sebagai koefisien dalam persamaan fungsi tujuan untuk meminimalkan model dan fungsi batasan yang ditentukan adalah banyaknya pemasok yang terpilih. Pengolahan berikut dapat dilakukan dengan bantuan *software* Lingo 11 yang dilakukan sebanyak dua belas kali iterasi dan hasil yang didapatkan adalah pada iterasi terakhir atau iterasi kedua belas karena langkah selanjutnya (ke-2 sampai ke-12), dilakukan dengan menambahkan kendala sasaran dan nilai variabel yang dihasilkan pada langkah sebelumnya sebagai tambahan fungsi pembatas. Fungsi pembatas pada persamaan 5 menunjukkan bahwa hanya akan ada satu pemasok yang akan menang dalam seleksi.

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1 \quad (5)$$

Tabel 15. Pemilihan Pemasok dengan WZOGP (1 Pemasok Diizinkan)

	Sup A	Sup B	Sup C
1	0	0	1
2	1	0	0
3	0	0	1
4	0	0	1
5	0	0	1
6	0	0	1
7	0	1	0
8	0	1	0
9	0	0	1
10	0	0	1
11	0	0	1
12	0	1	0

Tabel 15 menunjukkan solusi dari model dengan 12 kali iterasi. Iterasi terakhir menunjukkan pemasok B yang terpilih.

Jika fungsi kendala pada persamaan 5 diganti dengan persamaan 6 didapatkan hasil pada Tabel 16.

$$X_1 + X_2 + X_3 = 2 \quad (6)$$

Tabel 16. Pemilihan Pemasok dengan WZOGP (2 Pemasok Diizinkan)

	Sup A	Sup B	Sup C
1	1	1	0
2	0	1	1
3	0	1	1
4	0	1	1
5	1	0	1
6	1	0	1

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / *Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva*

7	0	1	1
8	1	1	0
9	1	1	0
10	1	0	1
11	0	1	1
12	1	1	0

Pada Tabel 16 dapat dilihat bahwa dari hasil seleksi pemasok yang terpilih adalah pemasok B dan pemasok A. Fungsi kendala menjadi dua pemasok yang diizinkan digunakan untuk memastikan apakah pemasok B tetap terpilih menjadi pemasok utama. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa hasil seleksi awal sudah valid, karena pada tahap awal pemasok B tetap menjadi pemasok utama bagi perusahaan. Kemudian dilanjutkan dengan pemasok A sebagai pemasok cadangan dan diikuti dengan pemasok C.

SIMPULAN

Integrasi DEMATEL-ANP-WZOGP telah terbukti dapat menghasilkan model seleksi pemasok kemasan yang tepat. Dari hasil keseluruhan penelitian dapat disimpulkan beberapa hal. Pertama, kriteria utama yang menjadi prioritas dalam seleksi pemasok dus sepatu adalah kualitas (28,1%), pengiriman (23,7%), harga (20,7%), fleksibilitas (16%) dan *service* (11,5%). Urutan lima teratas sub-kriteria berdasarkan bobotnya adalah kemampuan memberikan hasil *printing* sesuai spesifikasi (12,3%), potongan harga/diskon (12,1%), ketepatan pemenuhan jumlah permintaan (10,7%), kemampuan memberikan bahan ketebalan dengan kualitas yang konsisten (10,3%), dan *delivery lead time* (9,2%). Hasil dari integrasi DEMATEL-ANP menunjukkan pemasok kemasan yang terpilih adalah pemasok B (62,2%), kemudian pemasok A (20,4%) dan pemasok C (17,4%). Sedangkan pada hasil integrasi DEMATEL-ANP-WZOGP pemasok B tetap menjadi pemasok utama dan dilanjutkan dengan pemasok A dan C. Kedua hasil ini saling mengkonfirmasi bahwa pemasok B memang tepat sebagai pemasok utama. Dengan demikian temuan dari penelitian ini adalah dugaan intervensi dari pemasok dapat menyebabkan keputusan pemangku kepentingan menjadi bias pada hasil DEMATEL-ANP tidak terbukti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Silayoi, P., & Speece, M. (2007). The importance of packaging attributes: a conjoint analysis approach. *European Journal of Marketing*, 41(11/12), 1495-1517.
- [2] Deliya, M. M., & Parmar, B. J. (2012). Role of packaging on consumer buying behavior—patan district. *Global Journal of Management and Business Research*, 12(10), 49-67.
- [3] Saad, S. M., Kunhu, N., & Mohamed, A. M. (2016). A fuzzy-AHP multi-criteria decision-making model for procurement process. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 23(1), 1-24.
- [4] Saaty, T. L. (2004). Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35.
- [5] Tsai, W. H., & Chou, W. C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 1444-1458.
- [6] Tsai, W. H., Hsu, J. L., Chen, C. H., Lin, W. R., & Chen, S. P. (2010). An integrated approach for selecting corporate social responsibility programs and costs evaluation in the international tourist hotel. *International Journal of Hospitality Management*, 29(3), 385-396.
- [7] Tsai, W. H., & Kuo, H. C. (2011). Entrepreneurship policy evaluation and decision analysis for SMEs. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8343-8351.
- [8] Lee, K. C., Tsai, W. H., Yang, C. H., & Lin, Y. Z. (2018). An MCDM approach for selecting green aviation fleet program management strategies under multi-resource limitations. *Journal of Air Transport Management*, 68, 76-85.
- [9] Utama, D. M., Putri, A. A., & Amallynda, I. (2021). A hybrid model for green supplier selection and order allocation: DEMATEL, ANP, and Multi-criteria Goal Programming Approach. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 20(2), 147-155.

Seleksi Pemasok Kemasan Sepatu dengan Pendekatan DEMATEL-ANP-WZOGP / Ivan Gunawan, Dian Trihastuti, Martinus Edy Sianto, Ivena Godelva

-
- [10] Yang, C. H., Hsu, W., & Wu, Y. L. (2022). A hybrid multiple-criteria decision portfolio with the resource constraints model of a smart healthcare management system for public medical centers. *Socio-economic Planning Sciences*, 80, 101073.
- [11] Lee, A. H., Kang, H. Y., Hsu, C. F., & Hung, H. C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7917-7927.
- [12] Özkan, B., Başlıgil, H., & Şahin, N. (2011, July). Supplier selection using analytic hierarchy process: an application from Turkey. In *Proceedings of the World Congress on Engineering* (Vol. 2, pp. 6-8).
- [13] Kang, H. Y., Lee, A. H., & Yang, C. Y. (2012). A fuzzy ANP model for supplier selection as applied to IC packaging. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(5), 1477-1488.
- [14] Kumar, S., Hong, Q. S., & Haggerty, L. N. (2011). A global supplier selection process for food packaging. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 241-260.
- [15] Banaeian, N., Mobli, H., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2015). Criteria definition and approaches in green supplier selection—a case study for raw material and packaging of food industry. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 149-168.