



Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja *Safety Management System* di Bandara menggunakan Metode DEMATEL dan ANP

Lisa Rolita^{1,4}, Didi Dwi Anggoro^{1,2}, Bobby Rio Indriyantho^{1,3}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

²Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

³Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

⁴Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal Kementerian Perhubungan, Jl. Merdeka Barat No.8 Jakarta Pusat

*Corresponding author: lisarolitayasoha@gmail.com

(Received: March 1, 2025; Accepted: April 30, 2025)

Abstract

Decision Support System for Safety Management System Performance Evaluation at Airports Using DEMATEL and ANP Methods. Based on the Regulation of the Minister of Transportation Number KM. 20 of 2009 concerning the Safety Management System, aviation service providers must implement a Safety Management System to identify safety threats and reduce risks, maintain an acceptable and implemented level of safety, provide monitoring and assessment of the level of safety in order to achieve the goal of increasing the level of safety as a whole. To improve the performance of the Safety Management System at the airport, an evaluation needs to be carried out to correct deficiencies and ensure optimal safety quality. This study integrates the DEMATEL and ANP methods in the Decision Support System in analyzing the cause-and-effect relationships of the criteria that aim to assist stakeholders in making decisions. The method used in the study applies a qualitative method through an online questionnaire and is processed to determine the assessment results of the sub-criteria. The DEMATEL method helps identify the relationship between criteria, and the ANP method helps determine the weighting of the sub-criteria. A case study was conducted at Ahmad Yani Airport, Semarang, with the evaluation results showing that the highest assessment was safety policy and objectives, while the lowest assessment was on the education and/or training sub-criteria, making this sub-criterion a priority that needs to be improved in the performance of the airport's Safety Management System.

Keywords: Decision Support System, Safety Management System, Airport, DEMATEL, ANP

Abstrak

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM. 20 Tahun 2009 tentang Sistem Manajemen Keselamatan (*Safety Management System*), penyedia layanan penerbangan harus menerapkan *Safety Management System* untuk mengenali ancaman keselamatan dan mengurangi risiko, mempertahankan suatu tingkat keselamatan yang dapat diterima dan dilaksanakan, menyediakan pengamatan dan penilaian tingkat keselamatan agar tercapainya tujuan peningkatan tingkat keselamatan secara menyeluruh. Untuk meningkatkan kinerja *Safety Management System* pada bandara, perlu dilakukan evaluasi untuk memperbaiki kekurangan dan memastikan kualitas keselamatan secara optimal. Penelitian ini mengintegrasikan metode DEMATEL dan ANP pada Sistem Pendukung Keputusan dalam menganalisis hubungan sebab-akibat dari kriteria yang bertujuan untuk membantu *stakeholder* dalam mengambil keputusan. Metode yang digunakan dalam penelitian menerapkan metode kualitatif melalui kuesioner *online* dan diproses untuk menentukan hasil penilaian dari subkriteria. Metode DEMATEL membantu mengidentifikasi hubungan antar kriteria, serta metode ANP membantu menentukan pembobotan dari subkriteria. Studi kasus dilakukan pada bandara Ahmad Yani Semarang dengan hasil evaluasi menunjukkan

bahwa penilaian tertinggi adalah kebijakan keselamatan dan tujuan, sedangkan penilaian terendah pada subkriteria pendidikan dan/atau pelatihan, sehingga menjadikan subkriteria ini menjadi prioritas yang perlu diperbaiki dalam kinerja *Safety Management System* bandara tersebut.

Kata kunci: *Sistem Pendukung Keputusan, Safety Management System, Bandara, DEMATEL, ANP*

How to Cite This Article: Rolita, L., Anggoro, D. D., & Indriyantho, B. R. (2025). Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja *Safety Management System* di Bandara menggunakan Metode DEMATEL dan ANP. *JPII*, 3(2), 80-88. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.26844>

PENDAHULUAN

Aspek keselamatan merupakan prioritas utama yang harus diterapkan dalam memastikan kelangsungan operasional transportasi udara yang berkelanjutan di Indonesia. *Safety Management System* adalah pendekatan terstruktur dalam pengelolaan keselamatan, mencakup struktur organisasi yang diperlukan, akuntabilitas, kebijakan dan prosedur. *Safety Management System* berpusat pada pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi serta mengatasi risiko guna mengurangi kehilangan nyawa manusia, kerugian pada aset penerbangan, pencabutan izin terbang, mengoptimalkan pengeluaran, meminimalkan dampak negatif kepada masyarakat, serta mencegah kerusakan lingkungan (Putri & Fakhruddin, 2022).

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM. 20 Tahun 2009 tentang Sistem Manajemen Keselamatan (*Safety Management System*), penyedia layanan penerbangan harus menerapkan *Safety Management System* untuk mengetahui ancaman keselamatan dan mengurangi risiko, mempertahankan tingkat keselamatan yang dianggap dapat diterima dan dilaksanakan, menyediakan pengamatan dan penilaian tingkat keselamatan agar tercapainya tujuan peningkatan tingkat keselamatan secara menyeluruh. Maka dari itu, dibutuhkan komitmen dari semua *stakeholder* industri penerbangan dalam upaya menciptakan keselamatan penerbangan.

Dalam implementasi *Safety Management System* di bandar udara, diperlukan evaluasi berkala untuk mendapatkan hasil penerapan yang efektif. Proses evaluasi berperan penting dalam menilai dan meningkatkan kualitas dengan menggunakan kriteria-kriteria tertentu, hal ini bertujuan agar suatu organisasi dapat membuat keputusan atau kebijakan untuk mengendalikan, memonitor dan memperbaiki kualitas pelayanan di masa mendatang. Sistem Pendukung Keputusan dapat membantu pengambil keputusan/*stakeholder* (*Airport Security* dan *Safety Department Head*) dalam proses evaluasi *Safety Management System* di bandar udara. Sistem pendukung keputusan adalah sistem informasi terkomputerisasi yang dibuat untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan informasi dalam menghadapi masalah yang kompleks dan tidak terstruktur. Sistem ini mengintegrasikan kemampuan

intelektual manusia dengan kemampuan komputer untuk meningkatkan mutu keputusan yang diambil (Mahendra et al., 2023).

Sistem Pendukung Keputusan dapat menggunakan metode DEMATEL (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*) dan ANP (*Analytic Network Process*), yang unggul dalam menilai hubungan antar kriteria dalam struktur hirarki atau jaringan. Penggunaan hasil analisis dan pembobotan kriteria menggunakan DEMATEL dan ANP dalam evaluasi menunjukkan bahwa kualitas kriteria mempengaruhi hasil dari evaluasi (Rolita et al., 2018). Metode ANP merupakan model yang dapat mempresentasikan hubungan antar kriteria dan subkriteria yang dimiliki dengan cara dilakukan pembobotan untuk menyediakan struktur dasar dalam melakukan pengambilan keputusan tanpa mempertimbangkan asumsi mengenai inderdependensi antar elemen (Saaty & Vargas, 2013). Metode ANP dapat disempurnakan dengan metode DEMATEL dalam mengidentifikasi hubungan interdependensi masing-masing kriteria, karena metode DEMATEL dapat digunakan untuk memperjelas interaksi dalam model keputusan, menemukan kriteria dan mendukung pengambilan keputusan menggunakan ANP (Golcuk & Baykasoglu, 2016). Metode DEMATEL adalah teknik yang efektif untuk mengevaluasi masalah, karena metode ini menawarkan pendekatan komprehensif dalam merancang dan mengevaluasi model struktural yang mencakup hubungan interaksi antar berbagai faktor (Buyukozkan & Guleryuz, 2016).

Dalam meningkatkan keamanan dan menjaga kualitas layanan dalam industri penerbangan pada bandar udara, maka perlu dilakukan evaluasi untuk mencapai pelayanan terbaik (Chang et al., 2015). Artikel ini mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan berbasis *website* yang bertujuan untuk membantu pengambil keputusan dengan memberikan alternatif terbaik dalam proses evaluasi *Safety Management System* di bandar udara dengan menerapkan metode DEMATEL dan ANP.

Penerapan metode DEMATEL dan ANP bertujuan untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan keterkaitan antar kriteria. Metode DEMATEL digunakan dalam mengidentifikasi hubungan antar kriteria dengan memahami permasalahan kompleks terkait kinerja. Hasil dari DEMATEL akan digunakan untuk pembobotan

masing-masing kriteria yang akan diintegrasikan ke dalam metode ANP, sehingga hasil yang diharapkan lebih efektif. Selanjutnya metode ANP menerapkan perbandingan *pair-wise* untuk menghasilkan model keputusan kuantitatif yang lebih akurat dengan memberikan *ranking* dari subkriteria sebagai alternatif dalam proses evaluasi *Safety Management System* di bandar udara.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menerapkan metode kualitatif dengan melakukan pendataan menggunakan kuesioner untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan kinerja *Safety Management System* yang dilakukan pada Bandara Ahmad Yani Semarang. Kuesioner diajukan kepada *Safety Management System head officer* dan *Safety Management System officer*. Kuesioner yang diberikan terdiri dari tiga (3), yaitu kuesioner tingkat pengaruh kriteria, kuesioner tingkat kepentingan subkriteria dan kuesioner evaluasi *Safety Management System* bandara. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 62 Tahun 2017 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 19 (*Civil Aviation Safety Regulations Part 19*) tentang Sistem Manajemen Keselamatan (*Safety Management System*) dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP.622 Tahun 2015 tentang Petunjuk Teknis Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-08, Penerimaan (*acceptance*) pelaksanaan sistem manajemen keselamatan (*Safety Management System/SMS*) Bandar Udara (*Staff Instruction 139-08*), maka kriteria yang digunakan dalam proses evaluasi *Safety Management System* terdiri dari 4 kriteria dan terdapat 12 subkriteria. Adapun kriteria dan subkriteria yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria dan subkriteria *Safety Management System* Bandar Udara

Kriteria (<i>cluster</i>)	Subkriteria (elemen)
Kebijakan keselamatan dan tujuan (C1)	Komitmen manajemen dan tanggung jawab (e11) Akuntabilitas keselamatan (e12) Penunjukan personel inti (e13) Koordinasi perencanaan tanggap darurat (e14) Dokumentasi SMS (e15)
Manajemen keselamatan risiko (C2)	Identifikasi bahaya (<i>hazard</i>) (e21) Penilaian risiko dan mitigasi (e22)
Jaminan keselamatan (C3)	Keselamatan dan pengukuran kinerja pemantauan (e31)

	Manajemen perubahan (e32) Peningkatan berkelanjutan SMS (e33)
Promosi keselamatan (C4)	Pendidikan dan/atau pelatihan (e41) Komunikasi keselamatan (e42)

Tahapan untuk proses Sistem Pendukung Keputusan *Safety Management System* Bandara ini dibuat dalam bentuk diagram alur yang ditunjukkan pada Gambar 1. Adapun tahapan yang dilakukan pada kerja sistem sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria dan subkriteria untuk *Safety Management System* Bandara berdasarkan kebijakan Undang-undang yang berlaku di Indonesia.
2. Menyusun kuesioner dan melakukan uji validasi yang akan diisi oleh para ahli.
3. Menetapkan *interdependence* antar elemen berdasarkan pendapat para ahli.
4. Melakukan proses metode DEMATEL dengan langkah-langkah berikut:

- a. Mendefinisikan variabel dan menetapkan skala pengukuran yang mempresentasikan skala tingkat pengaruh dari 0-4 (Chen, 2012).
- b. Membangun matriks hubungan langsung $A = [a_{yz}]_{n \times n}$. Dengan nilai a_{yz} menunjukkan pengaruh kriteria a_y terhadap kriteria a_z , sementara n menunjukkan jumlah kriteria.

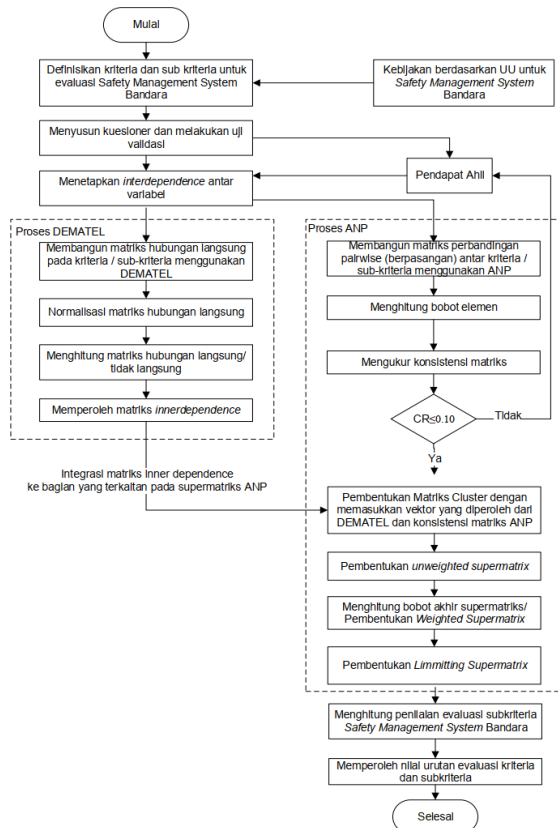
$$A = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

- c. Perhitungan normalisasi matriks hubungan langsung. Metode yang umum digunakan untuk normalisasi menggunakan faktor normalisasi yang disimbolkan dengan S .

$$S = \min \left[\frac{1}{\max_{1 \leq y \leq n} (\sum_{z=1}^n a_{yz})}, \frac{1}{\max_{1 \leq z \leq n} (\sum_{y=1}^n a_{yz})} \right] \quad (2)$$

Selanjutnya menghitung nilai normalisasi matriks hubungan langsung (X). Nilai ini didapatkan dengan cara melakukan perkalian antara matriks hubungan langsung S dengan A .

$$X = S \times A \quad (3)$$



Gambar 1. Diagram alur Sistem Pendukung Keputusan *Safety Management System* Bandara dengan menerapkan metode DEMATEL dan ANP

- d. Menghitung matriks total hubungan, nilai T menunjukkan matriks total hubungan dan I merupakan matriks identitas. Dalam metode DEMATEL.

$$T = \lim_{k \rightarrow \infty} (X + X^2 + \dots + X^k) = X(I - X)^{-1} \quad (4)$$

Setelah menghitung matriks total hubungan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk nilai baris (D) dan kolom (R).

$$D = [\sum_{z=1}^n t_{yz}]_{n \times 1}, (y = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

$$R = [\sum_{y=1}^n t_{yz}]_{n \times 1}, (z = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Jumlah nilai kolom menunjukkan pengaruh keseluruhan faktor-faktor lain pada faktor tertentu. Selain itu, dengan memperhitungkan nilai-nilai $(D+R)$ dan $(D-R)$, akan memproyeksikan sebuah grafik sebab-akibat. Sumbu x diproyeksikan oleh nilai $(D+R)$, untuk menunjukkan pentingnya kriteria. Sedangkan sumbu y diproyeksikan dengan nilai $(D-R)$ yang disebut *relation*/hubungan. Nilai hubungan semua faktor akan dikelompokkan menjadi kategori sebab dan akibat. Apabila nilai hubungan kriteria bernilai positif, maka termasuk dalam kelompok sebab, sebaliknya jika bernilai negatif akan masuk

kedalam kelompok akibat. Selanjutnya mengintegrasikan hasil dari metode DEMATEL ke metode ANP dengan melakukan tahapan berikut:

- e. Membentuk matriks total hubungan, dengan T_D adalah matriks total hubungan kriteria dan t_{yz}^D adalah tingkat pengaruh kriteria i pada kriteria j .

$$T_D = \begin{bmatrix} t_{11}^D & \dots & t_{1z}^D & \dots & t_{1n}^D \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{y1}^D & \dots & t_{yz}^D & \dots & t_{yn}^D \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{n1}^D & \dots & t_{nz}^D & \dots & t_{nn}^D \end{bmatrix} \quad (7)$$

- f. Menjumlahkan semua nilai baris pada matriks total hubungan.

$$T_D = \begin{bmatrix} t_{11}^D & \dots & t_{1z}^D & \dots & t_{1n}^D \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{y1}^D & \dots & t_{yz}^D & \dots & t_{yn}^D \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{n1}^D & \dots & t_{nz}^D & \dots & t_{nn}^D \end{bmatrix} \rightarrow d_y = \sum_{z=1}^n t_{yz}^D \quad (8)$$

- g. Melakukan normalisasi pada matriks total hubungan.

$$T_D^a = \begin{bmatrix} t_{11}^D/d_1 & \dots & t_{1z}^D/d_1 & \dots & t_{1n}^D/d_1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{y1}^D/d_y & \dots & t_{yz}^D/d_y & \dots & t_{yn}^D/d_y \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{n1}^D/d_n & \dots & t_{nz}^D/d_n & \dots & t_{nn}^D/d_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

- h. Menghitung transpose matriks T_D^a . Matriks yang dihasilkan dari transpose matriks total hubungan yang akan dijadikan *input* dalam supermatriks pada metode ANP.

5. Melakukan proses ANP dengan langkah-langkah sebagai berikut (Saaty, 2005):

- a. Membangun hirarki jaringan keputusan di antara faktor-faktor yang relevan. Pada tahap ini, ditentukan sasaran atau tujuan yang ingin dicapai, serta kriteria yang merujuk pada alternatif pilihan. Fokus utamanya yaitu untuk mengidentifikasi alternatif yang paling penting dalam proses pengambilan keputusan.
- b. Membuat matriks perbandingan berpasangan. Perbandingan kepentingan antar seluruh kriteria diubah menjadi matriks A . Dengan nilai α_{ij} menggambarkan tingkat kepentingan relatif elemen di baris i terhadap elemen di kolom j , dengan menggunakan skala rasio 1-9 yang diperkenalkan oleh Saaty (2005).

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & 1 & \dots & \alpha_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

- c. Menghitung bobot untuk setiap elemen dengan menghitung vektor eigen atau nilai vektor prioritas w dengan rumus:

$$A \cdot w = \lambda_{maks} \cdot V \quad (11)$$

dengan A adalah matriks perbandingan berpasangan, w adalah vektor *eigen* (bobot prioritas dari matriks yang akan digunakan dalam penyusunan supermatriks) dan λ_{maks} adalah nilai eigen maksimum.

- d. Melakukan perhitungan *Consistency Index* (CI) dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (12)$$

dengan λ_{maks} merupakan nilai eigen maksimum dan n merupakan banyak elemen. Dengan analisis perbandingan indeks konsistensi dengan *Index Random Consistency* (IR), maka diperoleh acuan untuk menetapkan tingkat konsistensi suatu matriks, yang disebut dengan *Consistency Ratio* (CR).

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (13)$$

Index Random Consistency adalah nilai matriks yang ditentukan oleh Saaty (2005) dalam menilai konsistensi nilai yang didapatkan. Jika *Consistency Ratio* (CR) dari matriks perbandingan berpasangan lebih kecil dari 0.10, maka data penilaian dari *stakeholder* yang dianggap tidak konsisten dapat diterima. Namun jika nilai lebih besar dari 0.10, maka data penilaian tersebut perlu dilakukan ulang. Nilai $CR = 0$ menunjukkan konsisten sempurna sedangkan jika $CR \leq 0,1$ maka menunjukkan konsistensi yang baik (Saaty, 2005).

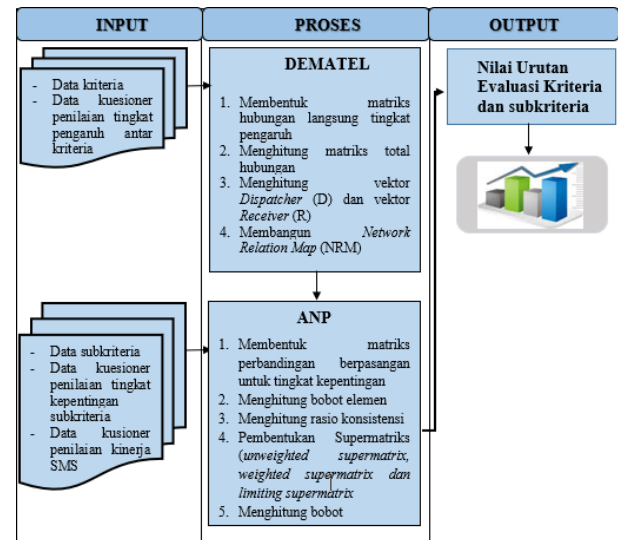
- e. Pembentukan Supermatriks, yang merupakan suatu matriks yang dihasilkan dari vektor prioritas dengan perbandingan berpasangan antar kluster, elemen dan alternatif. Supermatriks terdiri dari tiga tahap, sebagai berikut:

- 1) *Unweighted supermatrix*, yang diperoleh dari perbandingan antar kluster, kriteria dan alternatif dengan menempatkan kolom vektor eigen ke dalam matriks yang sesuai.
- 2) *Weighted supermatrix*, yang diperoleh dari perkalian semua elemen pada *unweighted supermatrix* dengan nilai transpose matriks T_D^a yang sesuai pada metode DEMATEL.
- 3) *Limiting supermatrix*, yang dihasilkan dengan cara menaikkan bobot *weighted supermatrix* dengan melakukan perkalian supermatriks tersebut dengan dirinya sendiri hingga didapatkan nilai yang konsisten pada setiap baris.

6. Menghitung nilai evaluasi dari nilai bobot yang didapatkan pada metode ANP.

7. Memperoleh nilai urutan evaluasi kriteria dan subkriteria, yang menjadi dasar bagi pengambil keputusan untuk mengambil keputusan terhadap proses evaluasi *Safety Management System* bandara yang akan dilakukan.

Kerangka kerja yang digunakan dalam mengembangkan sistem pendukung keputusan *Safety Management System* bandara seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka kerja sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang dilakukan berupa sistem pendukung keputusan untuk proses evaluasi kinerja dari *Safety Management System* bandara. Sistem ini menyajikan informasi terkait peringkat dari kriteria dan subkriteria yang akan digunakan oleh pemangku kepentingan (*stakeholder*) atau pihak *Safety Management System* bandara untuk menjadi dasar dalam menetapkan kebijakan untuk evaluasi perbaikan kinerja. Sistem Pendukung Keputusan ini bertujuan untuk membantu pengambil keputusan dalam melakukan evaluasi *Safety Management System* Bandara. Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP yang berbasis *web*, serta mengimplementasikan metode DEMATEL dan ANP. Metode DEMATEL digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar kriteria, sedangkan metode ANP digunakan untuk menentukan bobot subkriteria yang akan digunakan sebagai prioritas alternatif yang akan dijadikan sebagai kebijakan dalam melakukan evaluasi *Safety Management System* di Bandar Udara. Tampilan sistem pada penilaian pengaruh dari masing-masing kriteria dengan menggunakan skala perbandingan 0-4 (metode DEMATEL) ditunjukkan pada Gambar 3.

PENILAIAN TAHAP 1
BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG
Kriteria

Tahap 1: Tingkat Pengaruh	Tahap 2: Tingkat Kepentingan	Tahap 3: Penilaian SMS
Kebijakan dan keselamatan	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4	Manajemen Keselamatan Risiko
Kebijakan dan keselamatan	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4	Jaminan keselamatan
Kebijakan dan keselamatan	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4	Promosi keselamatan
Manajemen Keselamatan Risiko	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4	Kebijakan dan keselamatan
Manajemen Keselamatan Risiko	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4	Jaminan keselamatan
Manajemen Keselamatan Risiko	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4	Promosi keselamatan
Jaminan keselamatan	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4	Kebijakan dan keselamatan
Jaminan keselamatan	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4	Manajemen Keselamatan Risiko
Jaminan keselamatan	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4	Promosi keselamatan

Gambar 3. Tampilan halaman penilaian tingkat pengaruh antar kriteria

Tampilan sistem tingkat kepentingan antar subkriteria dengan menggunakan skala perbandingan 1-9 yang ditetapkan oleh Saaty (2005) (metode ANP) ditunjukkan pada Gambar 4.

PENILAIAN TAHAP 2
BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG
Subkriteria

Tahap 1: Tingkat Pengaruh	Tahap 2: Tingkat Kepentingan	Tahap 3: Penilaian SMS
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☒ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Akuntabilitas keselamatan
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☒ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Penunjukan personaliti
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☒ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Koordinasi perencanaan tanggap darurat
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☒ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Documentasi Safety Management System
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☒ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Identifikasi bahaya (hazard)
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☒ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Penilaian risiko dan mitigasi
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☒ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Keselamatan dan pengukuran kinerja pemantauan
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☒ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Manajemen perubahan
Komitmen manajemen dan tanggungjawab	☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☒ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0	Peningkatan berkelanjutan SMS

Gambar 4. Tampilan halaman penilaian perbandingan Tingkat kepentingan antar subkriteria

Untuk penilaian kinerja *Safety Management System* bandara skala yang digunakan adalah skala *likert* dengan nilai skala antara 1-5 yang ditampilkan pada Gambar 5.

PENILAIAN TAHAP 3
BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG
1=Tidak baik; 2=kurang baik; 3=cukup baik; 4=baik; 5=sangat baik.

Tahap 1: Tingkat Pengaruh	Tahap 2: Tingkat Kepentingan	Tahap 3: Penilaian SMS
Bandara memiliki dan mengimplementasikan kebijakan keselamatan yang mencakup komitmen terhadap pencapaian standar keselamatan tertinggi yang telah ditandatangani oleh Accountable Executive	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5	
Melakukan evaluasi terhadap kebijakan keselamatan secara periodik untuk meningkatkan SMS berkelanjutan	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5	
Semua pegawai bandara menyadari dan memahami akuntabilitas keselamatan mereka	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5	
Penunjukan personal inti berdasarkan kompetensi dan pengetahuan yang tepat serta keterampilan dan pengalaman dalam SMS	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5	
Bandara memiliki sumber daya yang cukup untuk mengelola SMS (investigasi keselamatan, analisis, audit, dan promosi)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5	
Memiliki rencana tanggap darurat (ERP) yang mencerminkan ukuran, sifat, dan kompleksitas operasi	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5	
Memiliki Memorandum of Understanding (MoU) atau perjanjian dengan Perusahaan lain untuk membantu penyediaan layanan darurat (Pemadam kebakaran, BASARNAS, Rumah Sakit, dll)	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5	
Terdapat dokumentasi yang menggambarkan implementasi SMS	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5	

Gambar 5. Tampilan halaman penilaian kinerja *Safety Management System* bandara

Dari data kriteria yang diperoleh, dilakukan perhitungan dengan metode DEMATEL. Metode DEMATEL dilakukan untuk menganalisis hubungan dari kriteria-kriteria dalam *Safety Management System* bandara yang ditampilkan oleh Peta Hubungan Jaringan (*Network Relation Map/NRM*) yang diperoleh dari data penilaian *stakeholder*. Maka diperoleh bahwa kriteria pengukuran kinerja *Safety Management System* bandara memiliki hubungan antar kriteria. Dengan melakukan perhitungan *dispatcher* (D) serta vektor *receiver* (R) dari matriks total hubungan, maka dapat diketahui hubungan kriteria yang memengaruhi dan dipengaruhi. Vektor *dispatcher* adalah jumlah nilai pada baris matriks total hubungan, sedangkan vektor *receiver* adalah total nilai pada kolom matriks tersebut. Selanjutnya, nilai (D+R) ditempatkan secara horizontal sebagai sumbu x, sementara nilai (D-R) ditempatkan secara vertikal sebagai sumbu y pada peta *impact-digraph*. Dari nilai (D-R), maka diperoleh kelompok kriteria yang bernilai positif merupakan kriteria *dispatcher* (kriteria yang memengaruhi), sedangkan kriteria yang bernilai negatif merupakan *receiver* (kriteria yang dipengaruhi).

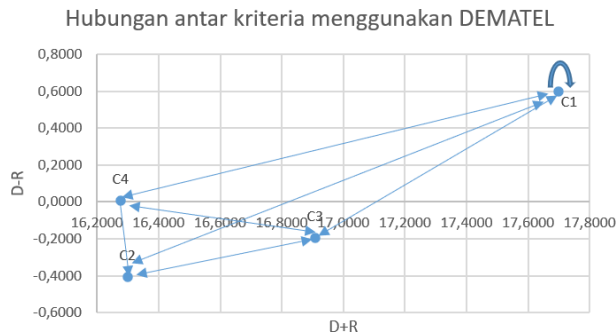
Tabel 2. Vektor *dispatcher* dan vektor *receiver*

	C1	C2	C3	C4	D	R	D+R	D-R
C1	2,137	2,342	2,391	2,271	9,143	8,547	17,691	0,596
C2	2,095	1,814	2,061	1,971	7,942	8,348	16,290	-0,406
C3	2,191	2,129	1,952	2,079	8,352	8,547	16,899	-0,194
C4	2,123	2,062	2,141	1,809	8,136	8,131	16,268	0,004

Tabel 3. Kelompok kriteria *dispatcher* dan vektor *receiver*

Kelompok <i>dispatcher</i>	Kelompok <i>receiver</i>
C1 (Kebijakan keselamatan dan tujuan)	C2 (Manajemen keselamatan risiko)
C4 (Promosi Keselamatan)	C3 (Jaminan Keselamatan)

Untuk membentuk peta *impact-digraph*, maka dilakukan perhitungan nilai *threshold* (α). Nilai *threshold* adalah nilai ambang batas dari parameter dalam membentuk suatu jaringan. Setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh nilai *threshold* (α) sebesar 1,9994. Dalam membentuk peta *impact-digraph*, arah anak panah didapatkan dari nilai pada matriks yang lebih dari nilai *threshold*. Maka diperoleh peta *impact-digraph* yang ditunjukkan pada Gambar 6. Selanjutnya dari peta *impact-digraph* dapat dilihat bahwa kriteria yang memiliki hubungan *innerdependency* terdapat pada C1 yaitu kriteria keselamatan dan tujuan.



Gambar 6. Peta *Impact-digraph* kriteria menggunakan DEMATEL

Selanjutnya matriks kriteria yang merupakan hasil dari perhitungan metode DEMATEL akan diintegrasikan ke metode ANP. Maka dalam mengintegrasikan hasil metode DEMATEL ke metode ANP dilakukan perhitungan matriks kriteria atau matriks T_B^{α} . Pada tahap ini dilakukan transpose matriks T_B^{α} yang akan digunakan untuk menghitung nilai supermatriks pada ANP, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Setelah tingkat pengaruh antar kriteria diperoleh, maka selanjutnya dilakukan perhitungan metode ANP untuk menentukan kepentingan antar subkriteria.

Tabel 4. Transpose matriks T_B^{α}

Kriteria	C1	C2	C3	C4
C1	0,2337	0,5040	0,3423	0,3356
C2	0,2562	0,0000	0,3327	0,3259
C3	0,2615	0,4959	0,0000	0,3384
C4	0,2484	0,0000	0,3249	0,0000

Tahap awal metode ANP yaitu menentukan matriks perbandingan berpasangan dari data kuesioner *stakeholder*, sehingga akan menghasilkan bobot dari subkriteria untuk mengidentifikasi subkriteria dominan yang perlu diperbaiki dalam proses evaluasi kinerja *Safety Management System* bandara. Dari matriks berpasangan didapatkan nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0.0138. Karena nilai CR kurang dari 0.10 maka matriks dianggap konsisten. Oleh karena itu, data kuesioner dari para *stakeholder* untuk proses pengolahan

dengan metode ANP dapat diterima. Selanjutnya, dilakukan pembentukan *unweighted supermatrix*, *weighted supermatrix* dan *limiting supermatrix*. Pembentukan supermatriks ini diintegrasikan dari matriks transpose T_B^{α} (hubungan total) metode DEMATEL. Dari perhitungan supermatriks, diperoleh bobot *ranking* alternatif dari subkriteria berdasarkan jumlah baris pada *limiting supermatrix* yang dinyatakan sebagai bobot *ranking* alternatif.

Tabel 5. Bobot *ranking* alternatif

		RAW	Bobot Subkriteria	Persentase Bobot	Ranking
C1	e11	2,2831	0,1902	19,03%	1
	e12	0,7485	0,0623	6,24%	8
	e13	1,3289	0,1107	11,07%	3
	e14	0,6438	0,0536	5,37%	9
	e15	1,4866	0,1238	12,39%	2
C2	e21	1,2668	0,1055	10,56%	4
	e22	1,0204	0,0850	8,5%	5
C3	e31	0,8829	0,0735	7,36%	6
	e32	0,6054	0,0504	5,05%	10
	e33	0,7997	0,0666	6,66%	7
C4	e41	0,4458	0,0371	3,72%	12
	e42	0,4885	0,0407	4,07%	11
Jumlah		12	1	100%	

Hasil pembobotan dari perhitungan evaluasi *Safety Management System* menggunakan metode DEMATEL dan ANP tersebut akan digunakan oleh *stakeholder* dalam melakukan pengambilan keputusan untuk proses evaluasi kinerja *Safety Management System* bandara. Dari hasil pembobotan yang diperoleh, subkriteria e11 yaitu komitmen manajemen dan tanggung jawab memiliki hasil penilaian tertinggi yaitu 19,03 dan menjadikan komitmen manajemen dan tanggung jawab sebagai subkriteria yang paling penting. Sedangkan untuk nilai perhitungan evaluasi subkriteria yang dipresentasikan dengan *ranking* terendah, merupakan prioritas yang perlu diperbaiki dalam kinerja *Safety Management System* bandara. Dari hasil perhitungan penilaian yang dilakukan, diperoleh subkriteria e41, yaitu pendidikan dan/atau pelatihan mendapatkan *ranking* terendah dengan nilai 3,72. Maka dari hasil yang diperoleh diharapkan dapat membantu *stakeholder* dapat mengambil keputusan dalam melakukan evaluasi *Safety Management System* dengan melaksanakan pendidikan dan/atau pelatihan tentang *Safety Management System* bagi pegawai pada Bandara Ahmad Yani Semarang.

Hasil perhitungan metode DEMATEL dan ANP diimplementasikan dalam Sistem Pendukung Keputusan *Safety Management System* bandara. Pada sistem, pengguna dapat melihat hasil penilaian evaluasi untuk subkriteria yang ditampilkan pada menu laporan yang dapat memudahkan *stakeholder* dalam mengambil keputusan dalam melakukan evaluasi pada *Safety Management System* bandara yang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. User Interface laporan hasil evaluasi

Nilai bobot dari masing-masing subkriteria akan dilakukan uji perbandingan dengan membandingkan hasil pembobotan dari metode DEMATEL dan ANP dengan nilai rata-rata penilaian evaluasi bandara dari *stakeholder* dengan menggunakan kuesioner. Hal ini bertujuan untuk melihat hasil pembobotan dari metode DEMATEL dan ANP sesuai dengan penilaian subkriteria yang ada di lapangan. Perbandingan nilai pembobotan dengan nilai evaluasi masing-masing subkriteria ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan nilai subkriteria

Subkriteria	Bobot Subkriteria dari Metode ANP	Ranking	Rata-rata Penilaian Evaluasi Bandara	Ranking
e11	0,1902	1	4,5	1
e12	0,0623	8	3,6	7
e13	0,1107	3	4	5
e14	0,0536	9	4,5	1
e15	0,1238	2	3,8	6
e21	0,1055	4	4,3	2
e22	0,0850	5	4,5	1
e31	0,0735	6	4,3	2
e32	0,0504	10	4,2	3
e33	0,0666	7	4,3	2
e41	0,0371	12	4,1	4
e42	0,0407	11	4,1	4

Dari perbandingan antara subkriteria hasil pembobotan dari metode DEMATEL dan ANP dengan nilai rata-rata penilaian evaluasi bandara menggunakan kuesioner, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata dari penilaian evaluasi, terdapat beberapa subkriteria yang

memiliki nilai sama. Hal ini menyebabkan pembuat keputusan sulit untuk mengambil keputusan dalam melakukan evaluasi *Safety Management System* di bandara. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa subkriteria e11 (komitmen manajemen dan tanggung jawab), merupakan subkriteria yang penting untuk dilaksanakan dengan mendapatkan nilai tertinggi baik dengan menggunakan metode DEMATEL dan ANP maupun dari penilaian dari *stakeholder*. Sedangkan untuk nilai terendah terdapat perbedaan antara nilai pembobotan dari metode ANP dengan penilaian evaluasi dari *stakeholder*. Pada pembobotan dengan menggunakan metode ANP diperoleh subkriteria terendah pada e41, yaitu pendidikan dan/atau pelatihan, sedangkan subkriteria terendah pada rata-rata penilaian *stakeholder* terdapat pada subkriteria e12 yaitu akuntabilitas keselamatan. Perbedaan ini dapat disebabkan karena penilaian dengan metode DEMATEL dan ANP menganalisis hubungan antar kriteria dan menilai tingkat kepentingan antar subkriteria, sedangkan pada penilaian evaluasi dari para *stakeholder* berdasarkan rata-rata penilaian para *stakeholder* terhadap *Safety Management System* yang ada.

Dengan adanya Sistem Pendukung Keputusan *Safety Management System* ini diharapkan dapat membantu *stakeholder* dalam mengambil keputusan yang efektif berdasarkan analisis hubungan sebab akibat antar kriteria, terkait dengan subkriteria yang perlu diperbaiki dalam evaluasi kinerja. Dengan sistem ini juga diharapkan dapat memberikan efisiensi waktu dalam melakukan evaluasi kinerja *Safety Management System* Bandar Udara karena sistem ini berbasis *website*.

KESIMPULAN

Sistem Pendukung Keputusan *Safety Management System* (SMS) bandara bertujuan untuk membantu *stakeholder* dalam menentukan subkriteria prioritas yang akan dievaluasi untuk peningkatan kinerja *Safety Management System* (SMS) bandara dengan menganalisis hubungan keterkaitan antar kriteria. Kriteria yang diterapkan dalam sistem pendukung keputusan ini saling berhubungan dengan tingkat pengaruh antar kriteria, serta terdapat kriteria yang memiliki hubungan *innerdependency*, yaitu kriteria kebijakan keselamatan dan tujuan. Sistem pendukung keputusan ini mampu melakukan pemeringkatan pada subkriteria yang diterapkan, sehingga dapat meningkatkan proses pengambilan keputusan dalam proses evaluasi *Safety Management System* (SMS) bandara. Pada penelitian yang dilakukan di Bandara Ahmad Yani Semarang, diperoleh pembobotan subkriteria dengan hasil penilaian tertinggi sebesar 0,1902 yang dipresentasikan sebagai *ranking* pertama yaitu subkriteria komitmen manajemen dan tanggung jawab, yang menjadikan subkriteria ini sebagai subkriteria yang paling penting dalam pelaksanaan *Safety Management System* (SMS) bandara.

Sedangkan untuk nilai perhitungan evaluasi subkriteria yang dipresentasikan dengan *ranking* terendah yaitu subkriteria pendidikan dan/atau pelatihan dengan nilai sebesar 0,0371, sehingga menjadikan subkriteria ini menjadi prioritas yang diperbaiki dalam kinerja *Safety Management System* bandara, maka *stakeholder* dapat mengambil keputusan untuk melakukan pendidikan dan/atau pelatihan tentang *Safety Management System* bagi pegawai pada Banda Udara tersebut. Pada perbandingan antara subkriteria hasil pembobotan dari metode DEMATEL dan ANP dengan nilai rata-rata penilaian evaluasi bandara terdapat perbedaan pemeringkatan yang diperoleh. Hal ini disebabkan oleh penilaian dengan metode DEMATEL dan ANP menganalisis hubungan antar kriteria dan menilai tingkat kepentingan antar subkriteria, sedangkan pada penilaian evaluasi dari para *stakeholder* berdasarkan rata-rata penilaian para *stakeholder* terhadap *Safety Management System* yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Buyukozkan, G., & Guleryuz, S. (2016). An Integrated DEMATEL-ANP approach for renewab energy resources selection in Turkey. *Int. J. Production Economics*, 435-448.
- Chang, Y.-H., Shao, P.-C., & Chen, H. J. (2015). Performance Evaluation of Airport Safety Management Systems in Taiwan. *Safety Science*, 72-86.
- Chen, I. S. (2012). A revised Inno-Qual performance system for higher education: the integrated application of DEMATEL and ANP. *Journal of the Operational Reseach Society*, 478-488.
- Golcuk, I., & Baykasoglu, A. (2016). An Analysis of DEMATEL approaches for criteria interaction handling within ANP. *Expert Systems With Applications*, 346-366.
- Kementerian Perhubungan. (2009). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 20 Tahun 2009 tentang Sistem Manajemen Keselamatan (Safety Management System)*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kementerian Perhubungan. (2017). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 62 Tahun 2017 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 19 (Civil Aviation Safety Regulations Part 19) tentang Sistem Manajemen Keselamatan (Safety Management System)*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Mahendra, G. S., Tampubolon, L. P. D., Arni, S., Kharisma, L. P. I., Resmi, M. G., Sudipa, I. G. I., ... & Syam, S. (2023). *SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN (Teori dan Penerapannya dalam berbagai Metode)*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Putri, C. A., & Fakhrudin, A. (2022). Evaluasi Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan (Safety Management System) Terhadap Sumber Daya Manusia Unit Safety Management System di Bandar Udara Sultan Muhammad Kaharudin. *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, 3561-3572.
- Rolita, L., Surarso, B., & Gernowo, R. (2018). The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) and Analytic Network Process (ANP) for Safety Management System Evaluation Performance. *The 2nd International Conference on Energy, Environmental and Information System*.
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and Application of the Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2013). *Decision Making with the Analytic Network Process (Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks Second Edition)*. New York: Springer.