

Identifikasi dan Penilaian Risiko *Rubber Tyred Gantry* menggunakan Metode FMEA dengan Pendekatan *Fuzzy AHP* di Perusahaan Jasa Petikemas

Dwi Maya Alfiany¹, Haidar Natsir Amrullah^{1*} dan Mey Rohma Dhani¹

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: haidar.natsir@gmail.com

Abstrak

Rubber Tyred Gantry merupakan salah satu peralatan yang digunakan untuk membantu proses pemindahan muatan dari/ke trailer maupun sebaliknya yang ditempatkan di lapangan penumpukan (*container yard*). Pada penelitian ini RTG yang digunakan adalah RTG 45, berdasarkan data perusahaan dari tahun 2019-2021 telah terjadi total *breakdown* selama 883,18 jam, total *breakdown* tersebut merupakan yang terbesar dibandingkan RTG yang lain. Setiap tahunnya, RTG mengalami kerusakan berbagai macam bentuknya. RTG yang mengalami kegagalan komponen akan menyebabkan terganggunya kelancaran proses bongkar muat. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko dari setiap mode kegagalan pada RTG. Sehingga untuk meminimalisir potensi bahaya, penelitian ini mengusulkan penilaian risiko berdasarkan mode kegagalan menggunakan metode FMEA dan *fuzzy AHP*. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, faktor penyebab dan dampak terjadinya kegagalan serta penilaian risiko dengan menentukan nilai *risk priority number* (RPN). Kemudian *fuzzy AHP* digunakan untuk menentukan bobot masing-masing mode kegagalan yang bertujuan untuk meningkatkan validitas dan penurunan subjektivitas dari penilaian para ahli. Hasil dari FMEA, diperoleh 10 mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi, namun terdapat beberapa mode kegagalan dengan nilai RPN yang sama. Sehingga *fuzzy AHP* digunakan untuk menentukan manakah yang lebih diprioritaskan. Hasil dari pengolahan data didapatkan *wire rope hoist* putus dengan bobot RPN sebesar 10,186 yang memberikan potensi terbesar terhadap risiko terhentinya pengoperasian RTG.

Kata Kunci: *Failure Mode and Analysis (FMEA), Fuzzy AHP, RTG, RPN*

Abstract

A rubber-tyred Gantry is one of the pieces of equipment used to assist in the process of moving cargo from or to trailers and vice versa, which is placed in the container yard. In this study, the RTG used was RTG 45. Based on company data from 2019-2021, there had been a total breakdown of 883.18 hours, which was the largest compared to other RTG. Every year, RTG experiences damage in various forms. RTGs that experience component failure will disrupt the smooth loading and unloading process. This study aims to assess the risk of each failure mode in RTG. So to minimize the potential hazard, this study proposes a risk assessment based on the failure mode using the FMEA and fuzzy AHP methods. FMEA is used to identify failure modes, causal factors, and the impact of failure, as well as to assess risk by determining the value of the risk priority number (RPN). Then fuzzy AHP is used to determine the weight of each failure mode, which aims to increase the validity and reduce the subjectivity of the expert judgment. The results of FMEA revealed 10 failure modes with the highest RPN values, but there are several failure modes with the same RPN values. So the AHP fuzzy is used to determine which one is prioritized. The results of data processing showed that the wire rope hoist broke with an RPN weight of 10.186, which provides the greatest potential for the risk of cessation of RTG operations.

Keyword: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Fuzzy AHP, RTG, RPN*

1. PENDAHULUAN

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk membantu dalam menganalisis risiko dan mengidentifikasi kegagalan serta menilai risiko pada setiap kegagalan hingga memberikan penilaian untuk memprioritaskan risiko (Cahyabuana & Pribadi, 2015). FMEA juga bertujuan

untuk menentukan setiap risiko pada macam-macam jenis kegagalan sehingga dapat diketahui perlu dilakukan tindakan atau tidak (Hasbullah dkk., 2017). Terdapat tiga parameter dalam memberikan penilaian FMEA yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) yang digunakan untuk menggambarkan mode untuk setiap kerusakan dengan menggunakan skala 1-10 dan kemudian nilai dari ketiga faktor tersebut dikalikan hingga diperoleh nilai risk priority number (RPN) (Aprianto dkk., 2019). Dalam implementasinya, penilaian dengan FMEA banyak di kritik, menurut Wang (2022) hal ini disebabkan karena beberapa hal antara lain :

1. Penilaian dalam FMEA seringkali bersifat subyektif dan kualitatif. Hal ini menyebabkan sulitnya FMEA dalam memberikan penilaian secara tepat.
2. Kombinasi yang berbeda dari *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) namun menghasilkan nilai RPN yang sama, tetapi implikasi risikonya mungkin sama sekali berbeda. Misalnya dua peristiwa yang berbeda dengan nilai 2,3,2 dan 4,1,3 untuk S, O, D masing-masing menghasilkan nilai RPN yang sama (Hadi-Vencheh dkk., 2013).
3. Kepentingan relatif dari S, O, D pun tidak dipertimbangkan dalam perhitungan RPN. Ketiga faktor risiko dianggap sama pentingnya. Kenyataannya dalam kasus yang berbeda, faktor risiko memungkinkan untuk memiliki tingkat keparahan yang berbeda.

Untuk mengatasi kelemahan dari metode FMEA, maka dalam penelitian ini menggunakan *fuzzy* AHP untuk mendapatkan bobot dari masing-masing S,O,D. Metode *fuzzy* AHP ini mengubah penilaian manusia menjadi penilaian yang bersifat objektif dan mampu memecahkan masalah kualitatif dengan melakukan analisis kuantitatif berdasarkan karakteristik pemikiran manusia dengan menggunakan teori *fuzzy*. Ridwan (2019) dalam penelitiannya mengkombinasikan metode FMEA dan *fuzzy* AHP, dimana FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai risiko sedangkan *fuzzy* AHP digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang akan dimitigasi. Waluny & Suhendar (2023) juga menggunakan FMEA dan *fuzzy* AHP dalam analisis risiko kegagalan proses.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode FMEA dan *Fuzzy* AHP, dimana dimulai dengan mengidentifikasi berbagai jenis kegagalan yang terjadi pada setiap komponen RTG. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan penilaian risiko kegagalan dan menentukan prioritas kegagalan untuk dilakukan perbaikannya. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan *expert judgement* yang terdiri dari seorang VP RTG dan superitendet RTG yang telah memenuhi kriteria menjadi *expert judgement* berdasarkan pengalaman dan pengetahuannya yang akan membantu menerangkan tentang komponen RTG, potensi kegagalan serta memberikan penilaian risiko.

2.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi bahaya pada komponen-komponen RTG yang mengakibatkan kegagalan dan dapat menimbulkan kecelakaan. Penilaian risiko pada suatu kegagalan didapatkan dengan mengalikan skor *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) yang hasilnya berupa *risk priority number* (RPN).

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(1)$$

Dimana skor nilai S, O, D masing-masing menggunakan skala penilaian 1-10. Penilaian diberikan berdasarkan data kegagalan dan pendapat para ahli/*expert judgement*.

2.2 Fuzzy AHP

Berdasarkan beberapa pertimbangan mengenai lemahnya nilai RPN, maka dilakukan pendekatan *fuzzy* AHP untuk menilai risiko kegagalan dari masing-masing komponen. Berikut tahapan proses *fuzzy* AHP:

1. Fuzzifikasi

Pada tahap awal ini penilaian perbandingan berpasangan yang ditentukan oleh *expert judgement* untuk ketiga parameter S, O, D diinput dan dilakukan validasi dengan mencari nilai *Consistency Ratio* (CR) sehingga dapat diketahui bahwa penilaian yang diberikan sudah konsisten atau tidak (Ramanathan, 2001), dimana dikatakan konsisten apabila $CR < 0,1$. Kemudian dilakukan perbandingan berpasangan mode kegagalan berdasarkan faktor risiko menggunakan skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN) (Chang, 1996).

2. Menentukan nilai *fuzzy synthetic extent* (Si)

Melakukan perhitungan nilai *fuzzy synthetic extent* yang didapatkan dari masing-masing matriks perbandingan berpasangan (Debataraja dkk., 2020). Dimana perhitungan ini berguna untuk mengatasi ketidakpastian dari penilaian perbandingan berpasangan yang dilakukan.

$$S_i = \left[\sum_j M_{gi}^j \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \dots\dots\dots(2)$$

3. Perbandingan tingkat kemungkinan *fuzzy*

Setelah menghitung nilai *fuzzy synthetic extent* (Si), maka langkah selanjutnya dengan menentukan tingkat kemungkinan *fuzzy* dengan persamaan berikut:

$$V (M_1 \geq M_2) = 1 \text{ jika } M_1 \geq M_2 \dots\dots\dots(3)$$

$$V (M_1 \geq M_2) = 0 \text{ jika } I_2 \geq I_1 \dots\dots\dots(4)$$

$$(M_2 \geq M_1) = \frac{i_2 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - i_1)} \dots\dots\dots(5)$$

Tingkat kemungkinan untuk menjadi bilangan fuzzy, maka dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$V (M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V (M \geq M_i), \text{ dimana } i = 1, \dots, k$$

4. Defuzzifikasi

Kesimpulan *fuzzy* dapat diubah menjadi sebuah nilai rill yang merepresentasikan risiko. Dimana dilakukan defuzzifikasi untuk mendapatkan bobot akhir dari setiap mode kegagalan pada masing-masing komponen.

$d' = \min(S_i \geq S_k)$ untuk $k = 1, 2, \dots; k \neq i$ maka vektor bobot didefinisikan :

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))T \dots\dots\dots(6)$$

$$W = ((A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))T \dots\dots\dots(7)$$

Setelah didapatkan bobot pada setiap mode kegagalan berdasarkan ketiga faktor risiko S, O, D. perhitungan untuk bobot tiap faktor FMEA dengan menggunakan pendekatan *fuzzy AHP* (Kiani Aslani dkk., 2014). Sehingga besarnya nilai RPN yaitu.

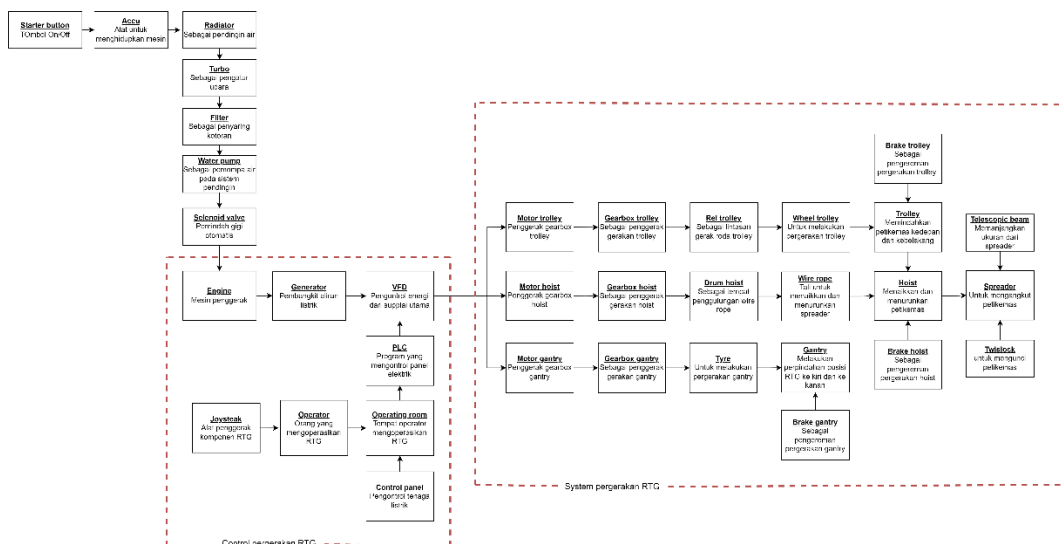
$$RPN = (W_s \times S) + (W_o \times O) + (W_D \times D) \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

- W_s, W_o, W_D adalah bobot faktor S, O, D
- S, O, D masing-masing didapatkan dari nilai skor dengan menggunakan skala 1-10. Nilai RPN tersebut menyatakan nilai prioritas risiko, dimana jika semakin besar nilai RPN maka semakin besar pula risiko yang dihasilkan dari kegagalan (*failure*) yang terjadi begitupun sebaliknya (Purnama dkk., 2018).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Functional Block Diagram (FBD) merupakan diagram alir dari suatu proses sistem yang dapat memberikan informasi lengkap tentang alur proses yang akan dianalisis. Dimana simbol persegi menunjukkan fungsi dari komponen dan anak panah menjelaskan mengenai aliran proses sistem:



Gambar 1. *Functional Block Diagram* RTG

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya kegagalan dan penilaian risiko menggunakan FMEA, didapatkan 10 mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan RPN pada FMEA konvensional terdapat 10 mode kegagalan tertinggi

No	Komponen	Faiure Mode	S	O	D	RPN
1	Wire rope	Wire rope hoist putus	7	3	5	105
2	Twislock	Twislock tidak dapat mengunci	5	5	4	100
3	Generator	Overheating	6	3	4	72
4	Accu	Accu soak	5	4	3	60
5	Wire rope	Wire rope hoist rantas	5	3	4	60
6	Telescopic beam	Telescopic beam macet	4	3	4	48
7	Radiator	Kebocoran radiator	5	3	3	45
8	Generator	Generator abnormal / tegangan tidak stabil	5	2	4	40
9	Tyre/Ban	Ban bocor	5	4	2	40
10	Motor hoist	Bearing hoist aus	4	3	3	36

Setelah dilakukan penilaian skor S, O, D pada FMEA konvensional dan didapatkan nilai RPN yang dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (1) dan didapatkan hasil dengan nilai terkecil sebesar 36 dan nilai terbesarnya adalah 105. Diketahui terdapat beberapa jenis kegagalan yang memiliki nilai RPN yang sama tetapi nilai S, O, D nya berbeda. Pada kenyataannya, untuk nilai RPN yang sama tersebut menghasilkan prioritas risiko yang berbeda. Misalnya kerusakan pada *accu* soak dan *wire rope hoist* rantas memiliki nilai RPN yang sama sebesar 60. Maka secara matematis tingkat risiko tersebut sama. Padahal, apabila disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan, kegagalan pada *accu* soak akan menghasilkan efek kegagalan pada sistem RTG yang lebih besar daripada *wire rope hoist* rantas. Hal ini dikarenakan apabila *accu* soak maka akan menyebabkan kerusakan mesin sulit untuk dinyalakan sehingga menghambat proses bongkar muat. Sedangkan jika *wire rope hoist* rantas maka bisa langsung dilakukan pengecekan oleh mekanik dan penggantian *wire rope* dengan yang baru. Sebelum dilakukan perhitungan *fuzzy* AHP, terlebih dahulu dilakukan penilaian perbandingan tingkat kepentingan pada mode kegagalan (*failure*) pada setiap komponen berdasarkan ketiga faktor dari FMEA yaitu S, O, D untuk dicari bobot relatif pada setiap kegagalan yang terjadi.

1. Penilaian perbandingan tingkat kepentingan *fuzzifikasi*

Tabel 2. Berdasarkan *severity*

<i>Severity</i>	Wire rope hoist putus	Wire rope hoist rantas
Wire rope hoist putus	(1,1,1)	(3/2, 2/1, 5/2)
Wire rope hoist rantas	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)

Tabel 3. Berdasarkan *occurrence*

<i>Occurrence</i>	Wire rope hoist putus	Wire rope hoist rantas
Wire rope hoist putus	(1,1,1)	(1/2, 2/3, 1)
Wire rope hoist rantas	(1, 3/2, 2)	(1,1,1)

Tabel 4. Berdasarkan *detection*

<i>Detection</i>	Wire rope hoist putus	Wire rope hoist rantas
Wire rope hoist putus	(1,1,1)	(1, 3/2, 2)
Wire rope hoist rantas	(1/2, 2/3, 1)	(1,1,1)

2. Menghitung nilai *fuzzy synthetic extent* (Si)

Dari ketiga faktor tersebut didapatkan hasil perhitungan konsisten yaitu $CR < 0,1$. Selanjutnya menghitung nilai *fuzzy synthetic extent*, disini peneliti hanya akan mendemonstrasikan perhitungan berdasarkan faktor *severity* sebagai berikut.

$$S_{wire\ rope\ putus} = (2.5, 3, 3.5) \times \frac{1}{5.16}, \frac{1}{4.5}, \frac{1}{3.9}$$

$$= (0.483, 0.667, 0.897)$$

$$S_{wire\ rope\ rantas} = (1.4, 1.5, 1.66) \times \frac{1}{5.16}, \frac{1}{4.5}, \frac{1}{3.9}$$

$$= (0.270, 0.333, 0.427)$$

3. Perbandingan tingkat kemungkinan *fuzzy*

$$V(S1 \geq S2) = 1$$

$$V(S2 \geq S1) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} = \frac{(0.483 - 0.427)}{((0.333 - 0.427) - (0.667 - 0.483))} = 0.2014$$

$$d' \text{ (wire rope putus)} = V(S1 \geq S2) = 1$$

$$d' \text{ (wire rope rantas)} = V(S2 \geq S1) = 0.2014$$

4. Defuzzifikasi

Untuk mendapatkan bobot akhir maka perlu dilakukan fuzzifikasi untuk menormalisasikan bobot dan mendapatkan bobot (*W*) *nonfuzzy*.

$$W' = (1, 0.2014)$$

$$W_{\text{wire rope putus}} = \frac{1}{(1 + 0.2014)} = 0.833$$

$$W_{\text{wire rope rantas}} = \frac{0.2014}{(1 + 0.2014)} = 0,168$$

Setelah dilakukan perhitungan pembobotan dengan menggunakan *fuzzy* AHP. Berikut hasil perhitungan prioritas risiko dengan menggunakan rumus persamaan 9.

Tabel 5. Hasil perhitungan bobot risiko kegagalan dengan *Fuzzy* AHP

Failure Mode	FMEA				Fuzzy AHP			
	S	O	D	RPN	S	O	D	RPN (Defuzzy)
Wire rope hoist putus	7	3	5	105	0.833	0.315	0.685	10.186
Twislock tidak dapat mengunci	5	5	4	100	0.833	0.684	0.5	9.58
Overheating	6	3	4	72	0.685	0.5	0.5	7.61
Accu soak	5	4	3	60	0.5	0.684	0.5	6.736
Wire rope hoist rantas	5	3	4	60	0.168	0.685	0.315	4.15
Telescopic beam macet	4	3	4	48	0.5	0.684	0.5	6.052
Kebocoran radiator	5	3	3	45	0.481	0.481	0.333	4.847
Generator abnormal / tegangan tidak stabil	5	2	4	40	0.315	0.5	0.5	4.57
Ban bocor	5	4	2	40	0.333	0.333	0.333	3.663
Bearing hoist aus	4	3	3	36	0.157	0.333	0.333	2.626

Hasil dari Tabel 5 menunjukkan bahwa *wire rope hoist* putus adalah bobot tertinggi yaitu 10.186 yang menyebabkan risiko kegagalan pada pengoperasian RTG, karena apabila *wire rope hoist* putus maka pengoperasian RTG akan terhenti dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk memperbaikinya. Perhitungan *fuzzy* ahp didapatkan hasil nilai RPN yang baru sehingga setiap mode kegagalan memiliki prioritas risiko yang berbeda-beda. Mode kegagalan accu soak memiliki bobot prioritas sebesar 6.736 lebih tinggi dibandingkan dengan *wire rope hoist* rantas, kemudian untuk generator abnormal/tegangan tidak stabil dan ban bocor bobot prioritas kegagalan tertinggi pada generator abnormal/tegangan tidak stabil dengan bobot sebesar 4.57.

Faktor *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang digunakan pada penilaian FMEA pada dasarnya setiap faktor tersebut memiliki pengaruh yang berbeda dalam hal penentuan prioritas risiko (Ilbahar dkk., 2022). Sehingga dilakukan perhitungan bobot pada setiap faktor kegagalan berdasarkan faktor risiko dan dikalikan dengan nilai setiap faktor S, O, D.

4. KESIMPULAN

Penggunaan metode *Fuzzy* AHP untuk pembobotan pada setiap faktor risiko kegagalan mampu menghasilkan nilai bobot yang akurat dimana setiap faktor risiko S, O, D masing-masing memiliki tingkat kepentingan risiko

yang berbeda. Dengan menggunakan *fuzzy* AHP penilaian menjadi lebih objektif karena dilakukan penilaian perbandingan berpasangan dengan skala *fuzzy*. Hasil identifikasi bahaya pada *Rubber Tyred Gantry* menggunakan FMEA didapatkan 10 mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi dan terdapat beberapa mode kegagalan yang memiliki nilai RPN sama yaitu sebesar 40, 60. Sehingga dilakukan pembobotan untuk masing-masing mode kegagalan dengan menggunakan pendekatan *fuzzy* AHP.

5. DAFTAR NOTASI

S_i = *fuzzy synthetic extent*

W' = *bobot fuzzy*

W = *bobot nonfuzzy*

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, H. A., Nusyirwan, N., & ... (2019). Analisis Kegagalan Gas Cooler pada Sistem Gas Compressor Menggunakan Metode FMEA. *Seminar Nasional Teknik ...*, 1216–1223. <http://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/2197>
- Cahyabuana, B. D., & Pribadi, A. (2015). Konsistensi Penggunaan Metode FMEA (Failure Mode Effects and Analysis) terhadap Penilaian Risiko Teknologi Informasi (Studi kasus: Bank XYZ). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 9.
- Chang, D.-Y. (1996). Theory and Methodology: Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(95), 649–655.
- Debataraja, L. R., Suraji, A., & Ophiyandri, T. (2020). Analisis Risiko Investasi Infrastruktur Berbasis Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(2), 121–132. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v4i2.6886>
- Hadi-Vencheh, A., Hejazi, S., & Eslaminasab, Z. (2013). A fuzzy linear programming model for risk evaluation in failure mode and effects analysis. *Neural Computing and Applications*, 22(6), 1105–1113. <https://doi.org/10.1007/s00521-012-0874-9>
- Hasbullah, H., Kholil, M., & Santoso, D. A. (2017). Analisis Kegagalan Proses Insulasi Pada Produksi Automotive Wires (Aw) Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Pt Jlc. *Sinergi*, 21(3), 193. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2017.3.006>
- Ilbahar, E., Kahraman, C., & Cebi, S. (2022). Risk assessment of renewable energy investments: A modified failure mode and effect analysis based on prospect theory and intuitionistic fuzzy AHP. *Energy*, 239, 121907. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121907>
- Kiani Aslani, R., Feili, H. R., & Javanshir, H. (2014). A hybrid of fuzzy FMEA-AHP to determine factors affecting alternator failure causes. *Management Science Letters*, 4(9), 1981–1984. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2014.8.024>
- Purnama, D. A., Shinta, R. C., & Helia, V. N. (2018). Quality improvements on creative industry by using Six Sigma: A study case. *MATEC Web of Conferences*, 154. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401088>
- Ramanathan, R. (2001). A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment. *Journal of Environmental Management*, 63(1), 27–35. <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0455>
- Ridwan, A., Ferdinant, P. F., & Laelasari, N. (2019). Pengadaan Material Alat Excavator Dengan Metode Fmea Dan Fuzzy Ahp. *Jurnal Teknik Mesin Unirta*, V(1), 51–56.
- Waluny, A., & Suhendar, E. (2023). Analisis Risiko Kegagalan Proses Menggunakan FuzzyAHP, FMEA dan Kaizen Method Pada PT. Central Mega Kencana. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 21(1), 9–24. <https://doi.org/10.52330/jtm.v21i1.72>
- Wang, Z. C., Ran, Y., Chen, Y., Yang, X., & Zhang, G. (2022). Group risk assessment in failure mode and effects analysis using a hybrid probabilistic hesitant fuzzy linguistic MCDM method. *Expert Systems with Applications*, 188(February). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116013>