

EVALUASI PRIORITAS RESIKO KERUSAKAN MESIN MENGUNAKAN INTEGRASI METODE PROXIMITY VALUE INDEX DAN FMEA

Agung Sutrisno

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Artikel ini menunjukkan penggunaan metode proximity value index dalam menentukan prioritas resiko kerusakan mesin. Sebagai salah satu metode pengambilan multi kriteria mutakhir, metode proximity value index metode ini sangat mudah diimplementasikan dan praktis dalam penggunaannya. Studi kasus penentuan prioritas kerusakan sub bagian pembakaran pada mesin pesawat terbang. Hasil penerapan metode proximity value index menunjukkan prioritas bagian mesin mana yang perlu diprioritaskan penanganan kerusakannya.

Kata kunci: Resiko, Proximity Value Index, FMEA.

ABSTRACT

This paper presents the use of proximity value index in reprioritizing risk of engine failure. Emerged as one of the simplest multi criteria decision making method this method is very easy and practical to be used to make a practical decision-making activity. A case example from the failure of aero engine is used to present its applicability. The result of applying the model show the priority for engine failure alleviation should be considered by decision makers.

1. Pendahuluan

Terkait dengan keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh pengambil keputusan, penggunaan metode multi kriteria yang efisien dalam menentukan prioritas pilihan menjadi penting. Dalam lingkup teknik pemeliharaan, prioritas penentuan pemeliharaan mesin, upaya untuk menentukan prioritas resiko akibat kerusakan mesin menjadi penting untuk dikaji. Dalam upaya untuk menentukan prioritas mesin, berbagai kajian telah menggunakan integrasi metode FMEA dan AHP ataupun ANP. Namun demikian, penggunaan integrasi metode AHP ataupun metode ANP memiliki kelemahan karena kurang praktis saat jumlah kriteria keputusan yang akan digunakan bertambah dan pengambil keputusan diharuskan melakukan perbandingan antar kriteria (Zuo et al., 2021). Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dalam penelitian ini, sebagai alternatif, evaluasi resiko kerusakan mesin sebagai basis penentuan prioritas pengambilan keputusan pemeliharaan dilakukan dengan integrasi metode proximity value index dan FMEA. Isi artikel ilmiah ini disusun dengan urutan sebagai berikut: Pada bagian (2), kilasan tentang metode FMEA dan metode proximity value index diberikan Bagian 3 terkait dengan study kasus penerapan metode proximity value index. Bagian 4 terkait dengan diskusi tentang hasil penerapan integrasi tersebut dan dilanjutkan dengan kesimpulan pada bagian 5.

2. Kilasan Tentang Metode FMEA dan Metode Proximity Value Index

2.1. Metode FMEA

Metode FMEA merupakan metode teknis yang digunakan untuk mengidentifikasi, menentukan prioritas resiko dari kerusakan yang ditemukan sebelum kerusakan tersebut menjangkau ke konsumen. FMEA merupakan metode analisis yang bersifat multi tim dan memiliki Langkah bertahap dalam melaksanakan implementasinya. Dalam metode FMEA, prioritas resiko dilakukan dengan menghitung skor risk priority number (RPN) yang didasarkan pada produk perkalian antara skor frekuensi kejadian kerusakan (occurrence of failure, O), mampu deteksi kerusakan (failure detection, D) dan tingkat akibat kerusakan (Severity of failure, S). Rincian tentang skor ketiga skala tersebut dapat dilihat pada Stamatis (1995). Dalam metode FMEA, prioritas resiko yang menunjukkan keseriusan dampak resiko suatu kejadian kegagalan dinyatakan dengan skor bilangan risk priority number (RPN) yang dirumuskan sebagai produk perkalian antara faktor occurrence, detection (detection) dan severity. Semakin tinggi skor RPN maka akan semakin kritis kejadian suatu resiko. Prioritas penanganan dampak resiko dimulai dengan skor RPN tertinggi hingga skor RPN yang terendah.

2.2. Metode Proximity Value Index

Metode proximity value index pertama kali dikenalkan oleh Muzzakir and Mufazal in 2018. Metode PVI merupakan metode pengambilan keputusan multi kriteria yang didasarkan pada evaluasi skor variansi statistik. Karena sifatnya yang praktis, metode proximity ini banyak sekali digunakan diberbagai bidang (Sutrisno et al., 2023). Secara garis

besar. metode ini memiliki 3 (tiga) tahap implementasi penerapan yaitu penentuan matriks keputusan, pengukuran skor indeks proximity dan penentuan prioritas keputusan berbasis pada besarnya skor

proximity. Secara tabulatif, implementasi metode proximity value index dapat digambarkan dalam Tabel 2 sebagai berikut

Tabel 1. Tahapan Penerapan Metode Proximity Value Index

Tahapan	Uraian Aktivitas	Luaran
1	Menentukan tujuan dan mengidentifikasi atribut serta alternatif yang terkait masalah pengambilan keputusan	Tujuan, atribut dan kriteria keputusan
2	Membuat matriks keputusan S	Matriks keputusan dengan S kriteria i dan pilihan alternatif j, dimana i dan j = 1,2,3 dan seterusnya.
3	Menentukan kriteria yang tergolong kriteria menguntungkan (benefit) dan kriteria yang merugikan (cost)	Kategorisasi kriteria cost dan kriteria benefit
4	Melakukan penentuan bobot kriteria keputusan S_{ij}	Bobot kriteria keputusan S_{ij}
5	Melakukan normalisasi matriks keputusan S_{ij}	$S_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m s_{ij}^2}}$
6	Melakukan perhitungan bobot matriks keputusan ternormalisasi Q_{ij}	Bobot matriks ternormalisasi
7	Penentuan bobot proximity value U_{ij}	Untuk kriteria keuntungan, $U_{ij} = Q_{max} - Q_{ij}$
		Untuk kriteria biaya, $U_{ij} = Q_i - Q_{min}$
8	Penentuan prioritas keputusan berbasis skor proximity value index terkecil	Pilihan dengan skor proximity index terkecil menjadi prioritas utama

3. Studi Kasus Penerapan Metode Proximity Value Index

Untuk mendemonstrasikan penerapan metode proximity value index, studi kasus dari Sutrisno (2014) dilakukan untuk menunjukkan ilustrasi

penerapan metode proximity value index dalam menentukan kritis. Metode FMEA dilakukan untuk menentukan resiko yang paling kritis pada kerusakan mesin pesawat terbang sub sistem pembakaran bahan bakar. Hasil penerapan metode FMEA secara tradisional ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabulasi Modus kerusakan dan skor RPN dari Kerusakana pada sub sistem mesin pembakaran bahan bakar.

Sub sistem	Fungsi	Modus Kerusakan	Failure effect	severity	occurrence	detection	Risk Priority Number
Tangki Bahan bakar	Menyimpan Bahan Bakar	Dinding Tangki Bocor (FM1)	Bahan bakar habis	8	1	2	16
Mesin Pembakar	Membakar BBM	Kerusakan katup by pass (FM2)	Tekanan bahan bakar berlebih	3	5	3	45
Fuel Transfer sub sistem	Mentransfer bahan bakar	Kemacetan fuel transfer sub sistem (FM3)	Kegagalan transfer bahan bakar	8	1	5	40
Venting	Mengatur volume bahan bakar ke bagian luar dan dalam tangki	Kebocoran venting valve (FM4)	Kapasitas pembakaran bahan bakar terganggu	3	1	5	15

Tabel 2 menunjukkan hasil penerapan metode FMEA pada sub sistem pembakaran bahan bakar mesin. Hasil metode FMEA menunjukkan bahwa modus kerusakan dengan prioritas berkode FM2 yaitu kerusakan katup by pass dengan skor RPN terbesar yaitu 45 dan modus kerusakan dengan kode FM4 dengan skor RPN sebesar 15.

3.1. Evaluasi Resiko Kerusakan Sub Sistem Bahan Bakar dari studi kasus.

Tahap pertama dari penerapan metode proximity value index adalah dengan menentukan matriks keputusan dari studi kasus tersebut sebelumnya dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Keputusan dari Studi kasus

	severity	occurrence	detection	Risk Priority Number
FM1	8	1	2	16
FM2	3	5	3	45
FM3	8	1	5	40
FM4	3	1	5	15
Jumlah kuadrat	146	28	63	

3.2. Melakukan normalisasi matriks keputusan dengan hasil yang ditampilkan sebagai berikut

Hasil normalisasi matriks keputusan dilakukan dengan menggunakan persamaan pada tahap 5 dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks normalisasi keputusan dari studi kasus

	severity	occurrence	detection
FM1	0.438	0.035	0.063
FM2	0.140	0.892	0.142
FM3	0.438	0.035	0.396
FM4	0.140	0.035	0.396
jumlah	146	28	63

3.3. Menentukan bobot matriks keputusan matriks ternormalisasi.

Dalam penelitian ini bobot matriks ternormalisasi diasumsikan setara untuk ketiga kriteria resiko sehingga masing-masing bobot kriteria diambil 0.33. Penentuan skor proximity indeks untuk setiap

keputusan dilakukan dengan mengalikan bobot ketiga kriteria dengan skor hasil normalisasi untuk setiap keputusan dan hasilnya adalah sebagaimana dalam Tabel 5.

Tabel 5. Bobot Normalisasi matriks keputusan

	severity	occurrence	detection
FM1	0.144	0.011	0.020
FM2	0.020	0.294	0.046
FM3	0.114	0.011	0.130
FM4	0.020	0.011	0.130

3.3. Menentukan skor proximity index dari studi kasus

Besaran skor proximity indeks untuk setiap modus kerusakan dihitung dengan persamaan di tahap 7 dan 8 dengan memperhatikan jenis kriteria keputusan, apakah kriteria keputusan tersebut tergolong kriteria yang bersifat menguntungkan (benefit) ataupun merugikan (cost). Dari studi kasus, kriteria occurrence

dan severity of failure effect tergolong kriteria yang bersifat negative (cost) sedangkan kriteria detection (mampu deteksi kerusakan) merupakan kriteria yang menguntungkan (benefit). Hasil dari perhitungan skor proximity indeks untuk setiap alternatif modus kerusakan mesin yang hendak dipilih ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. skor proximity index value untuk setiap pilihan dari studi kasus

Modus Kerusakan (kode)	severity	occurrence	detection	Skor Proximity Index	Peringkat
FM1	0.094	0	0.110	0.204	3
FM2	0	0.283	0.084	0.367	4
FM3	0.094	0	0	0.094	2
FM4	0	0	0	0	1

Tabel 6 menunjukkan bahwa dari keempat modus kerusakan mesin, modus kerusakan mesin berkode FM4 memiliki skor proximity sebesar nol (0) dan diikuti dengan proximity skor sebesar 0.094 untuk kerusakan mesin berkode FM3, skor proximity sebesar 0.204 untuk kerusakan mesin berkode FM3 dan skor proximity indeks sebesar 0.37 untuk kode kerusakan mesin FM2. Hasil ini menunjukkan bahwa prioritas pencegahan ataupun mitigasi resiko kerusakan dimulai dengan kerusakan mesin berkode FM1 dan dilanjutkan dengan kerusakan mesin berkode FM3, FM1 dan FM2.

4. Hasil Penelitian dan Diskusi

Pada penelitian ini telah dilakukan evaluasi prioritas resiko kerusakan mesin transfer bahan bakar pesawat dengan menggunakan metode proximity index. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan mengacu pada implementasi metode proximity value index, kerusakan paling kritis pada pesawat berada pada bagian venting dengan modus kerusakan berupa kebocoran venting valve. Selanjutnya perbandingan antara metode FMEA tradisional dengan metode proximity index value dalam menentukan prioritas resiko ditampilkan pada Tabel 7 berikut

Tabel 7. Perbandingan prioritas resiko antara traditional fmea dan metode proximity value index

Modus Kerusakan (kode)	FMEA Tradisional		Modus Kerusakan (kode)	Metode Proximity Value Index	
	Risk Priority Number (RPN)	Prioritas Resiko		Proximity Index Score (PIS)	Prioritas Resiko
Dinding Tangki Bocor (FM1)	16	3	Dinding Tangki Bocor (FM1)	0.204	3
Kerusakan katup by pass (FM2)	45	1	Kerusakan katup by pass (FM2)	0.367	4
Kemacetan fuel transfer sub sistem (FM3)	40	2	Kemacetan fuel transfer sub sistem (FM3)	0.094	2
Kebocoran venting valve (FM4)	15	4	Kebocoran venting valve (FM4)	0	1

Dengan mengacu pada Tabel 6, terdapat perbedaan pada penentuan prioritas resiko antara metode FMEA tradisional dengan metode proximity index value. Bila menggunakan metode tradisional FMEA, basis prioritas resikonya adalah skor terbesar dari perkalian antara rating frekuensi kejadian kerusakan, mampu deteksi dan akibat kerusakannya. Sedangkan pada metode proximity value index, basis prioritas resiko kerusakan mesinnya adalah pada skor proximity value index yang paling kecil. Hasil penerapan penentuan prioritas resiko kerusakan mesin dengan menggunakan metode proximity value index menunjukkan metode ini efisien dan praktis dalam menentukan prioritas kerusakan mesin.

5. Kesimpulan

Keberadaan metode pengambilan keputusan multi kriteria yang efisien sangat penting bagi pengambilan keputusan. Terkait dengan arti penting penggunaan metode multi kriteria tersebut, dalam penelitian ini, metode proximity value index (pvi) digunakan untuk menentukan prioritas resiko kerusakan mesin sebagai basis Tindakan perawatan. Hasil penerapan metode pvi tersebut menunjukkan bahwa metode ini cukup praktis untuk digunakan. Beberapa potensi studi lanjutan terkait dengan penggunaan metode pvi

diantaranya adalah penentuan prioritas resiko kerusakan mesin dengan konsiderasi ketergantungan antar modus kerusakan dan penggunaan metode pembobotan secara obyektif dan subyektif pada penentuan bobot kriteria pengambilan keputusan.

6. Daftar Pustaka

1. Zhou, Z., Farnoosh, A., and McNamara, T. (2021). Risk analysis in the development of a green supply chain, *Strategic Change*, Vol.30, No.1, pp. 5-17.
2. Stamatis, (2005). FMEA: From theory to execution, ASQ Press, Milwaukee.
3. Mufazzal, S., dan Muzakir, S.M. (2018). A new multi-criterion decision making (MCDM) method based on proximity indexed value for minimizing rank reversals, *Computers and Industrial Engineering*, Vol.119, pp.427-438.
4. Sutrisno, A. (2014). Penerapan metode reliability centered maintenance pada assesment kerusakan mesin, Laporan Penelitian Akhir, Universitas Sam Ratulangi, Tidak dipublikasikan.
5. Sutrisno, A. Wuisang, C., and Yusupa, A. (2023). A Disaster Readiness Assessment Model using Integrated Statistical Variance and Proximity Value Index Method, Working Paper.