

PENGARUH PERBEDAAN NILAI *RISK PRIORITY NUMBER FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS* TERHADAP *MECHANICAL AVAILABILITY UNIT MINING TRUK HD785 SERIES*

M. Syafwansyah Effendi ¹⁾, M. Khafidz Arifin ²⁾, Noor Rahman ³⁾

msyafwansyah@poliban.ac.id ¹⁾, khafidz@poliban.ac.id ²⁾, nunur77@yahoo.com ³⁾

^{1, 2, 3)} Jurusan Teknik Mesin Prodi Alat Berat Politeknik Negeri Banjarmasin

Abstrak

Kinerja (*performance*) dari suatu mesin tergantung pada; *reliability* dan *availability* peralatan yang digunakan, lingkungan operasi, efisiensi pemeliharaan, proses operasi dan keahlian operator, dan lain-lain. Jika *reliability* dan *availability* suatu system rendah, maka usaha untuk meningkatkannya kembali adalah dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan terhadap tiap-tiap komponen atau system. *Failure Mode and Effects Analysis* atau *FMEA* merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh dari nilai *Risk Priority Number (RPN)* dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* masing-masing komponen yang beresiko mengalami kegagalan dari mining truk HD785 terhadap nilai *mechanical availability (MA)* dan menentukan komponen yang mempunyai *RPN* paling tinggi. Data berupa nilai *RPN* berdasarkan metode *failure and effect analysis* sebagai variabel bebas dan *availability* sebagai variabel terikat, yang kemudian di analisa dengan *regresi*, untuk mencari hubungan pengaruh rata-rata Nilai *RPN* terhadap *mechanical availability*. Dapat disimpulkan bahwa Nilai *RPN* berpengaruh cukup *significant* terhadap nilai *availability* tetapi nilai tersebut tidak berbanding lurus. Hal tersebut disebabkan nilai *availability* tidak hanya dihitung dari tingkat *severity*, tetapi juga nilai dari *occurrence* dan *detection*. Hal ini dibuktikan pada nilai *RPN* 192 dengan *availability* 22,92%, nilai *RPN* 320 dengan *availability* 80,54%, nilai *RPN* 240 dengan *availability* 41,96%, dan nilai *RPN* 128 dengan *availability* 93,73%.

Kata Kunci : *Failure Mode and Effects Analysis, Mechanical Availability, Risk Priority Number*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kinerja (*performance*) dari suatu mesin tergantung pada; *reliability* dan *availability* peralatan yang digunakan, lingkungan operasi, efisiensi pemeliharaan, proses operasi dan

keahlian operator, dan lain-lain. Jika *reliability* dan *availability* suatu system rendah, maka usaha untuk meningkatkannya kembali adalah dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan terhadap tiap-tiap komponen atau sistem. Ukuran *reliability* dan *availability* dapat dinyatakan

sebagai seberapa besar kemungkinan suatu sistem tidak akan mengalami kegagalan dalam waktu tertentu, berapa lama suatu sistem akan beroperasi dalam waktu tertentu, dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi sistem dari kegagalan yang terjadi.

Availability juga merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time*. Rendahnya nilai *availability* dipengaruhi oleh besarnya total *downtime losses* [1]. Menurut [2] menjelaskan bahwa *reliability* adalah sebuah proses sistematis yang harus dilakukan untuk menjamin seluruh fasilitas fisik dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. *Reliability* akan membawa kepada sebuah program maintenance yang fokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi. Selanjutnya dijelaskan juga bahwa *availability* didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa sistem atau komponen melakukan fungsi atau operasi sesuai yang diperlukan pada saat tertentu dalam periode tertentu dan dipelihara dengan cara yang sudah ditentukan [3]. Dalam kajian [4] menjelaskan bahwa *availability* adalah indikator kunci kinerja utama peralatan dan ini adalah alat biasa digunakan untuk pengambilan keputusan oleh manajemen manajemen dalam operasi pertambangan. Tingkat produksi sangat sensitif terhadap peralatan 'ketersediaan dan pemanfaatan.

Failure Mode and Effects Analysis atau *FMEA* merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) [5]. Sedangkan [6] menjelaskan *Failure Mode and*

Effect Analysis (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh bentuk kegagalan berhubungan dengan setiap kegagalan dalam rangka untuk menghindari segala bentuk kegagalan dalam proses produksi.

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan *availabilty* mining equipment beberapa diantaranya dari [7], [8], dan [9] yang berkaitan dengan *performance mining equipment*. Sedangkan yang berhubungan dengan *FMEA* diantaranya oleh [10], [11], [12], [13], dan [14] dengan semua metode penelitian yang digunakan adalah aplikasi penerapan *failure and effects analysis*.

Dari kajian latar belakang yang berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, dapat dilihat hubungan antara *RPN* pada *FMEA* dengan nilai *Mechanical Availability (MA)* dalam kasus ini memunculkan hepotesa ada pengaruh dari nilai *RPN* terhadap *MA*. Untuk ini perlu menyelidiki keberpengaruhan variabel tersebut pada *MA* dari mining truk HD785, yang umumnya banyak dioperasikan dipertambangan batubara. Komponen yang menjadi kajian sebagai variabel *RPN* pada mining truk HD785 meliputi Sistem-sistem (*Autolube System, Cooling System, Electrical and Starting System, Engine Gp. Frame and Body, Hydraulic System, Operator Station, Powertrain, Streering System, Worktools dan Fuel System*) dari yang dianalisis yang mempunyai nilai *Risk Priority Number (RPN)* yang tinggi dengan metode *FMEA*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian terdiri dari:

1. Apakah ada pengaruh dari nilai *Risk Priority Number* dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* masing-masing komponen yang beresiko mengalami kegagalan dari mining truk HD785 terhadap nilai *mechanical avaiability*?
2. Manakah komponen yang mempunyai *RPN* paling tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Adanya pengaruh dari nilai *Risk Priority Number* dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* masing-masing komponen yang beresiko mengalami kegagalan dari mining truk HD785 terhadap nilai *mechanical availability*.
2. Menentukan komponen yang mempunyai RPN paling tinggi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PT. X, dengan mengambil data histori *preventive maintenance* selama 10 tahun yang berhubungan dengan data *breakdown* unit karena kegagalan.

2.2 Populasi, Sampel dan Sumber Data

Populasi dan sampel di ambil dari histori data perawatan *Preventive Mintenance unit mining truk HD785 Series* Komatsu di PT. X perusahaan tambang batubara yang berlokasi di Kalimantan Selatan. Data yang diambil pada unit yang mengalami *breakdown* baik karena terjadwal atau memang kejadian luar biasa. Data yang diambil berupa rekam jejak proses *preventive maintenance* unit yang terecord setidaknya 10 tahun terakhir.

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dengan menggunakan SPSS untuk menguji pengaruh nilai *risk priority number* terhadap *mechanical availability*

2.4 Model Variabel Penelitian

Data berupa nilai RPN berdasarkan metode *failure and effect analysis* sebagai variabel bebas dan *availability* sebagai variabel terikat, yang kemudian di analisa dengan *regresi*, untuk mencari hubungan pengaruh rata-rata Nilai RPN terhadap *mechanical availability*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimulai dari nilai *breakdown* yang diubah menjadi data *failure mode and effect analysis (FMEA)*, dari data *FMEA* maka diperoleh nilai *risk priority number (RPN)* yang dipakai untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai *availability*.

Adapun grafik dari unit yang akan dianalisis berjumlah 10 unit yaitu sebagai berikut : HD 785-7 04, HD HD 785-7 05, HD 785-7 06, HD 785-7 07, HD 785-08, HD 785-7 09, HD 785-7 10, HD 785-7 11, HD 785-7 12, dan HD 785-7 14.

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Analisa failure mode and effect analysis (FMEA)

Hasil analisa dengan metode *failure mode and effect analysis (FMEA)* terhadap unit HD 785-7 direkap, dan diolah sesuai dengan kaidah-kaidah perhitungan *FMEA*.

3.2.2 Analisa Risk Priority Number (RPN)

Data nilai *Risk Priority Number (RPN)* dari sistem-sistem pada unit HD 785-7 04, HD 785-7 05, HD 785-7 06, HD 785-7 07, HD 785-708, HD 785-7 09, HD 785-7, HD 785-7 11, HD 785-7 12 dan HD 785-7 14.

Tabel 1. RPN HD 785-7 07

System of unit	RPN	%
Electrical and starting system	320	28
Engine	168	15
Air inlet and exhaust system	128	11
Autolube system	108	9
Hydraulic system	90	8
Braking system	80	7
Operator station	70	6
Fuel system	56	5
Lubrication sysem	32	3
Powertrain	32	3
Cooling system	30	3
Frame and body	24	2
Streering system	6	0
Total RPN	1144	100

3.2.3 Perbandingan nilai RPN

Hasil data nilai RPN dari unit yang dilakukan analisa diatas, maka didapat perbandingan nilai *availability* dari data *breakdown* pada unit HD 785-7 04, HD HD 785-7 05, HD 785-7 06, HD 785-7 07, HD 785-7 08, HD 785-7 09, HD 785-7 10, HD 785-7 11, HD 785-7 12 dan HD 785-7 14 tersebut yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nilai RPN

Unit	Sistem pada Unit HD 785-7	RPN	Availability (%)
HD 785-7 4	Power train	192	70,65
HD 785-7 5	Engine	240	46,40
HD 785-7 6	Elect and starting system	320	80,54
HD 785-7 7	Elect and starting system	320	75,65
HD 785-7 8	Elect and starting system	128	93,73
HD 785-7 9	Engine	224	53,59
HD 785-7 10	Power train	192	22,92
HD 785-7 11	Elect and starting system	160	93,92
HD 785-7 12	Engine	240	41,96
HD 785-7 14	Elect and starting system	245	73,86

3.2.4 Analisa Regresi

Adapun hasil analisa regresi disajikan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 3. Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
RPN	226,1000	62,09393	10
Availability	65,3220	23,34237	10

Tabel 4. Correlations

		RPN	Availability
Pearson Correlation	RPN	1,000	-,109
	Availability	-,109	1,000
Sig. (1-tailed)	RPN	.	,383
	Availability	0,383	.
N	RPN	10	10
	Availability	10	10

Tabel 5. Variables Entered / Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Availability	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: RPN

3.3 Pembahasan

Rata-rata nilai RPN adalah 226,1 dengan deviasi standar adalah 62,09, sedangkan rata-

rata *availability* adalah 65,32 dengan deviasi standar 23,34.

Koefesien korelasi antara nilai RPN dengan *availability* adalah sebesar -0,109. dari output terlihat bahwa nilai *sig* adalah sebesar 0,383. untuk melihat signifikansi koefesien korelasi kita dapat melihat nilai *sig*, dimana nilai *sig* lebih besar dari pada *alpha* (0,05) jadi kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa koefesien korelasi adalah tidak signifikan secara statistik.

Nilai Durin-Watson (DW) pada Tabel 6 digunakan untuk mendeteksi adanya gejala multikolienearitas. Aturan keputusannya adalah jika nilai DW lebih kecil dari minus dua (-2), maka bisa diartikan terjadi gejala autokorelasi positif. Jika nilai DW lebih besar dari dua (2), maka bisa diartikan terjadi gejala multikolienearitas negatif. Sedangkan jika nilai DW antara minus dua (-2) sampai dua (2), maka dapat diartikan tidak terjadi gejala multikolienearitas. Dari Tabel 6 terlihat nilai Durbin-Watson adalah 1,691 yang berarti tidak terjadi gejala multikolienearitas (lihat pembahasan asumsi klasik).

Hasil pengujian ANOVA pada Tabel 7 dengan menggunakan uji F memperlihatkan nilai F hitung sebesar 0,095 dengan *sig* adalah 0,765. dengan mencari pada tabel F dengan $v_1=1$ dan $v_2=9$ diperoleh nilai F tabel. Dengan kondisi dimana nilai F hitung lebih kecil dari pada F tabel dan nilai *sig* lebih besar dari pada *alpha* (0,05), maka kesimpulan yang dapat diambil adalah penerimaan H_0 yang berarti koefesien korelasi signifikan secara statistik. Kolom pertama dari uji ANOVA adalah kolom *regression*, yaitu jumlah kuadrat dari varians yang dihasilkan oleh model persamaan regresi. Sedangkan kolom kedua adalah *residual*, yaitu jumlah kuadrat varians yang tidak dihasilkan dari model persamaan regresi.

Tabel 6. Model Summary

Model	R	S Square	Adjust R Square	Std. Error Of The Estimate	Change Statistic					Durbin-Watson
					R Square	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,109 ^a	,012	-,112	65,471	,012	,095	1	8	,765	1,691

a. Predictors: (Constant), nilai *availability*
 b. Dependent Variable: nilai *RPN*

Tabel 7. ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	408,822	1	408,822	,095	,765 ^a
	Residual	34292,078	8	4286,510		
	total	34700,900	9			

a. Predictors: (Constant), *Availability*
 b. Dependent Variable: *RPN*

Tabel 8. Coefficients

Model		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		b	Std. Error	Beta			Zero-order	partial	part	tolerance	VIF
1	<i>RPN</i>	244,961	64,486		3,799	,005					
	<i>Availability</i>	-,289	,935	-,109	-,309	,765	-,109	-,109	-,109	1,000	1,000

a. Dependent Variable: *RPN*

Tabel 9. Collinearity Diagnostics

Model	Dimension	Eigen value	Condition index	Variance proportions	
				(Constant)	<i>Availability</i>
1	1	1,947	1,000	,03	,03
	2	,053	6,065	,97	,97

a. Dependent Variable: *RPN*

Tabel 10. Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	217,84	238,34	226,10	6,740	10
Std. Predicted Value	-1,225	1,817	,000	1,000	10
Standard Error of Predicted Value	21,295	44,724	28,443	7,328	10
Adjusted Predicted Value	204,74	278,89	232,27	20,989	10
Residual	-89,898	98,294	,000	61,727	10
Std. Residual	-1,373	1,501	,000	,943	10
Stud. Residual	-1,601	1,626	-,040	1,061	10
Deleted Residual	-122,238	115,264	-6,174	78,827	10
Stud. Deleted Residual	-1,817	1,858	-,019	1,170	10
Mahal. Distance	,052	3,300	,900	,999	10
Cook's Distance	,001	,461	,150	,176	10
Centered Leverage Value	,006	,367	,100	,111	10

a. Dependent Variable: nilai *RPN*

Hasil perhitungan koefisien regresi pada Tabel 8 memperlihatkan nilai koefisien konstanta sebesar 244,961, dengan t hitung sebesar 3,799 dan nilai sig sebesar 0,005. Koefisien *slope Availability* adalah sebesar -0,289. dengan nilai t hitung sebesar -0,309 dan nilai sig sebesar 0,765.

Pada Tabel 9 dimaksudkan untuk mendeteksi adanya multikolinearitas. Karena pada analisis ini, melakukan analisis regresi sederhana dimana hanya mendapatkan satu variabel independen, maka pendeteksian adanya gejala multikolinearitas hanya akan

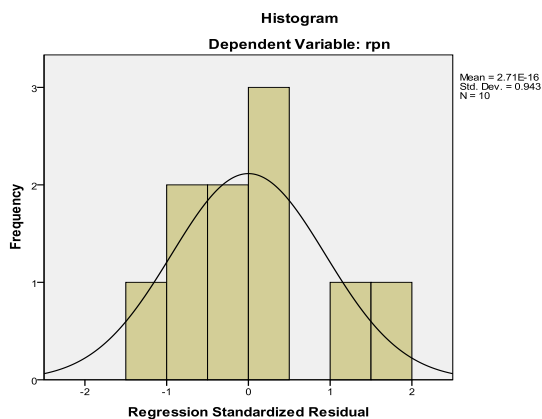
membuang waktu karena jumlah variabel independen yang hanya satu.

Pada Tabel 10 merupakan tabel analisis residual. Analisis residual adalah analisis untuk kesalahan dari persamaan regresi dalam memprediksi nilai *RPN* dengan menggunakan variabel *Availability*.

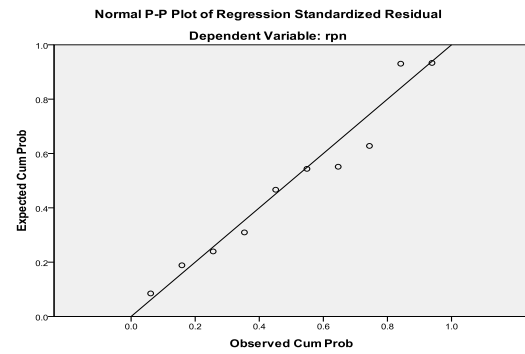
Grafik pertama adalah grafik *histogram*. Grafik ini menggambarkan distribusi frekuensi dari nilai import dibandingkan dengan grafik distribusi normal pada Gambar 1.

Grafik kedua adalah grafik PP *plots* pada Gambar 2. Grafik ini menggambarkan distribusi frekuensi dari nilai *RPN*, dibandingkan dengan distribusi frekuensi yang telah ditentukan. Jika titik-titik distribusi berada disekitar garis lurus maka distribusi frekuensi pengamatan sama dengan distribusi uji yang berarti data terdistribusi secara normal. Dari grafik terlihat titik titik distribusi terletak di sekitar garis lurus, lebih dominan dari pada titik-titik yang menjauhi garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi frekuensi nilai *RPN* sesuai dengan distribusi uji. Dengan kondisi demikian maka kesimpulan yang diperoleh adalah bahwa penyebaran nilai *RPN* mengikuti distribusi normal.

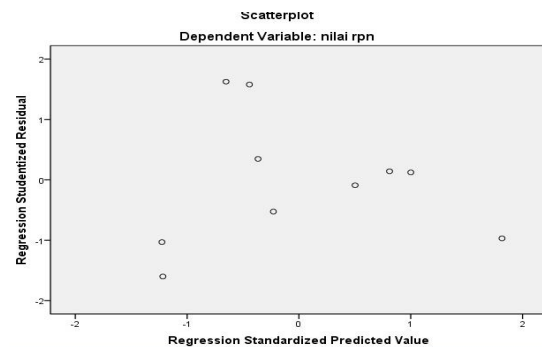
Grafik ketiga pada Gambar 3 adalah grafik penyebaran dari *residual* regresi. Grafik ini digunakan untuk memeriksa linearitas dari hubungan antara variabel independen dari variabel dependen. Dari grafik terlihat bahwa *residual* negatif diikuti oleh *residual* positif. Hal ini menyalahi asumsi dari analisis regresi sehingga kita harus melihat kembali model regresi yang akan dibuat. Untuk melihat model apa yang sesuai, kita dapat membuat diagram pencar antara nilai *RPN* (Y) dan *Availability* (X). Untuk melihat lebih jauh tentang pemilihan model persamaan regresi.



Gambar 1. *Histogram Dependent Variable*



Gambar 2. *Observed Cum Prob*



Gambar 3. *Scatter Plot*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Nilai *RPN* berpengaruh cukup *significant* terhadap nilai *availability* tetapi nilai tersebut tidak berbanding lurus (acak). Hal ini disebabkan nilai *availability* tidak hanya dihitung dari tingkat *severity* (keparahan), tetapi juga nilai dari *occurrence* dan *detection*. Hal ini dibuktikan pada nilai *RPN* 192 dengan *availability* 22,92%, nilai *RPN* 320 dengan *availability* 80,54%, nilai *RPN* 240 dengan *availability* 41,96%, dan nilai *RPN* 128 dengan *availability* 93,73%.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Rahmad, P. Pratikto, and S. Wahyudi, "Penerapan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus Di Pabrik Gula PT. 'Y'.),"

- Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 3, pp. 431–437, 2012.
- [2] E. Nursubiyantoro & Triwiyanto, “Sistem Manajemen Perawatan Unit MMU Pump dan Oil Shipping Pump,” *Ind. Eng. Conf.*, vol. 5, no. September, pp. 1–7, 2012.
- [3] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore,: McGraw-Hill Book, 1997.
- [4] M. Mohammadi, P. Rai, and S. Gupta, “Performance Measurement of Mining Equipment,” *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 5, no. 7, pp. 240–248, 2015.
- [5] D. H. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1995.
- [6] J. Moubray, *Reliability Centered Maintenance*, Second Edi. Industrial Press Inc.
- [7] A. M. Morad, “Reliability-Centered Maintenance for Off-Highway Truck: Case Study of Sungun Copper Mine Operation Equipment,” 2014, doi: <https://doi.org/10.1115/IMECE2013-66355>
- [8] M. Qarahasanlou, Nouri R. Khalakokakaei, R. Ataei, “Operating Environment-Based Availability Importance Measures for Mining Equipment (Case Study: Sungun Copper Mine),” *J. Fail. Anal. Prev.*, vol. 17, no. 1, pp. 56–67, 2017, doi: <https://dx.doi.org/10.1007/s11668-016-0205-z>.
- [9] A. Mena, Rodrigo, Zio, Enrico, Kristjanpoller, Fredy, Arata, “Availability-based simulation and optimization modeling framework for open-pit mine truck allocation under dynamic constraints,” *Elsevier logo Journals Books Int. J. Min. Sci. Technol.*, vol. 23, no. 1, pp. 113–119, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2013.01.017>.
- [10] L. Bai, C. Shi, Y. Guo, Q. Du, and Y. Huang, “Quality Risk Evaluation of the Food Supply Chain Using a Fuzzy Comprehensive Evaluation Model and Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis,” *J. Food Qual.*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/2637075.
- [11] F. Abike, S. Tiras, İ. Dündar, A. Bahtiyar, O. Akturk Uzun, and O. Demircan, “A New Scale for Evaluating the Risks for In-Hospital Falls of Newborn Infants: A Failure Modes and Effects Analysis Study,” *Int. J. Pediatr.*, vol. 2010, pp. 1–9, 2010, doi: 10.1155/2010/547528.
- [12] T. Cheng, W. Li, W. Lu, and Y. Shi, “Heat transfer and failure mode analyses of ultrahigh-temperature ceramic thermal protection system of hypersonic vehicles,” *Math. Probl. Eng.*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1155/2014/412718.
- [13] H. H., “Reliability Centered Maintenance Different Implementation Approaches,” *Eng. Maint.*, 2016, doi: <https://dx.doi.org/10.1201/9781420031843.ch6>.
- [14] D. Zhou, Y. Tang, and W. Jiang, “A Modified Model of Failure Mode and Effects Analysis Based on Generalized Evidence Theory,” *Math. Probl. Eng.*, vol. 2016, no. iii, 2016, doi: 10.1155/2016/4512383.