



Analisis Perbaikan Kualitas Proses Produksi di PT. XYZ dengan Menggunakan Metode Fuzzy FMEA

Ayu Chyntia Dewi Puspitaloka^{1, a)}, Yurida Ekawati^{1, b)}

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia

Author Emails

a) cindy.bali812@gmail.com

b) yurida.ekawati@machung.ac.id

Received 08 February 2022 / Revised 27 February 2022 / Accepted 4 April 2022 / Published 06 June 2022

Abstrak. This study focuses on the application of quality control through the FMEA method with the fuzzy approach in the bread food industry. The case study is in PT XYZ, which produces several bread products. The FMEA method is used to identify the potential failure of the production process, but it has a weakness in producing an identical RPN value. To overcome this weakness, the fuzzy approach using the Fuzzy Inference System (FIS) with the Mamdani concept is applied to produce the Fuzzy RPN (FRPN) value. The FRPN calculations can determine the priority improvement in bread products, which can be ranked 1-5. The implementation of the proposed improvements, such as the training of operators, maintenance of machines, repairs of uneven roads, and rest periods for machines, can reduce product disability to 1%. The study shows that the application of the FMEA method with the fuzzy approach is effective in identifying and prioritizing the improvement of product quality in the food industry. The results can help companies to enhance their production process and product quality.

Kata kunci: Bread food industry; Fuzzy FMEA; Product quality improvement; Quality control

1. Pendahuluan

Industri yang berkembang di masyarakat saat ini adalah Industri roti. Roti merupakan makanan pengganti nasi yang mengandung karbohidrat sebagai sumber energi dan makanan pokok yang diminati masyarakat. Banyaknya peminat pada roti dapat menumbuhkan *food industry* baru yang memproduksi produk roti.

Untuk mencapai peningkatan penilaian tersebut, perusahaan harus menerapkan tiga aspek yaitu tidak ada terjadinya cacat (*zero defect*), tidak ada terjadinya proses yang gagal (*zero breakdown*), dan tidak ada terjadinya kecelakaan (*zero accident*) (Bakti dan Kartika, 2020). Dalam mencapai aspek tersebut sangat sulit diterapkan jika perusahaan kurang dalam tindakan penanganan dan perbaikan.

Perusahaan menerapkan pengendalian kualitas untuk mencegah dan meminimalkan produk cacat dari hasil produksi. Dengan penerapan pengendalian kualitas, perusahaan dapat melakukan evaluasi untuk meningkatkan kualitas serta kuantitas produk perusahaan. Hal ini didukung oleh Novianty dkk. (2017), pengendalian mutu merupakan suatu standar kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan untuk mempertahankan kepercayaan pelanggan.

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang *food industry* roti yang berlokasi di Bali. Proses produksi di PT. XYZ dimulai dari proses pembuatan adonan hingga proses pengemasan produk dengan bantuan tenaga manusia dan mesin. PT. XYZ memproduksi beberapa produk yaitu roti sisir manis (SMSJ), coklat dua (COK2), coklat panjang (CKPJ), dan kiwi (KW) yang dipasarkan ke swalayan. Selama proses produksi, ditemukan kegagalan produk yaitu produk cacat (afkir). Data jumlah produksi dan afkir dari bulan Januari hingga Desember 2021 dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah produksi dan afkir bulan Jan-Des 2021

Jenis Produk	Produksi	Produk Baik	Afkir	Presentase Afkir
COK2	6.270.650	6.087.932	182.718	3%
CKPJ	6.134.136	5.672.517	461.619	8%
KW	8.956.299	8.763.377	192.922	2%
SMSJ	13.332.253	12.921.041	411.212	3%
Total	34.693.338	33.444.867	1.248.471	16%
Rata-rata/hari	95.050	91.650	3.420	4%

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab kegagalan proses produksi sehingga perlu dilakukan implementasi perbaikan untuk mengurangi produk cacat roti di PT. XYZ. Metode yang dapat digunakan dalam analisis penyebab kegagalan produksi adalah Metode Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA). FMEA merupakan metode analisis terjadinya resiko atau kegagalan pada proses dan dapat diterapkan pada berbagai macam industri manufaktur (Yuniar dkk., 2015). Dalam FMEA, terdapat tiga parameter yaitu keparahan atau severity (S), kejadian atau occurrence (O), dan deteksi atau detection (D) (Balaraju dkk, 2019). Beberapa kelemahan dari FMEA tradisional adalah FMEA seringkali bersifat subjektif dan dijelaskan secara kualitatif dalam bahasa alami, serta nilai RPN yang identik (Yeh dan Hsieh, 2007; Sharma dkk., 2005). Keterbatasan FMEA dapat diselesaikan dengan penerapan logika fuzzy (Markowski dan Mannan, 2009). Logika fuzzy sangat fleksibel dan dapat mentolerir data jika ada data yang kurang tepat (Kusumadewi (2002) dalam Balaraju dkk. (2019).

2. Metode

Tahap awal yang dilakukan adalah identifikasi penyebab kegagalan proses produksi yang menghasilkan produk cacat. Identifikasi dilakukan dengan cara observasi dan wawancara dengan kepala produksi, karyawan *quality control*, dan karyawan produksi yang sudah lama bekerja di PT. XYZ. Data yang dibutuhkan adalah data jumlah produksi, jumlah kecacatan produk, dan jenis kecacatan produk. Hasil pengumpulan data tersebut diolah dengan metode *Fuzzy FMEA*.

Tahap sebelum penggunaan *fuzzy*, dilakukan analisis dengan metode FMEA untuk menentukan karakteristik kegagalan tertinggi yang dapat dinyatakan kritis, sehingga memerlukan upaya pemantauan dan inspeksi yang intensif (Allen, 2019). Tingkat kegagalan yang ditemukan dari hasil *FMEA* dibuat berdasarkan perkiraan angka prioritas resiko atau *Risk Priority Number (RPN)* yang dihitung dengan cara mengalikan *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)* (Balaraju dkk., 2019). Berikut rumus perhitungan *RPN* dalam metode *FMEA*.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

Analisis risiko dengan *FMEA* memiliki kelemahan yaitu kemungkinan terjadi kesamaan atau nilai *RPN* yang identik dari hasil perhitungan *severity*, *occurrence*, dan *detection* (Yeh dan Hsieh, 2007). Pemodelan *fuzzy* direkomendasikan untuk mengatasi kelemahan *FMEA* (Bowles dan Pelaez, 1995; Chen, 1985 dalam Balaraju dkk, 2019). Konsep yang digunakan adalah konsep Mamdani (bagian dari *fuzzy Inference System*) yang terdiri dari *fuzzification*, *fuzzy rule base* dan *de-fuzzification* (Islam dkk., 2020). Parameter S, O, dan D dari metode *FMEA* dilakukan tahap fuzzifikasi yaitu mengubah nilai *crisp* (parameter S,O,D) menjadi nilai *fuzzy* (Sharma dkk, 2005).

Input fuzzy yang dihasilkan menggunakan *fuzzy rule base* untuk menentukan tingkat kekritisan/risiko kegagalan. Kesimpulan *fuzzy* tersebut kemudian di-defuzzifikasi sehingga memperoleh *fuzzy RPN (FRPN)* (Sharma dkk, 2005). Semakin tinggi nilai *FRPN*, maka semakin besar risikonya. Semakin rendah nilai *FRPN*, maka semakin kecil risikonya. Setelah pengolahan data dengan *fuzzy FMEA* dilakukan implementasi perbaikan untuk mengurangi jumlah kecacatan produk roti di PT. XYZ.

3. Hasil dan Pembahasan

Masalah yang dihadapi oleh PT. XYZ adalah terjadinya permasalahan pada proses produksi sehingga menghasilkan kecacatan produk. Beberapa kecacatan produk yang dihasilkan adalah seperti cacat bentuk, ukuran, tampilan dan tingkat kematangan tidak rata. Jumlah dan jenis kecacatan masing-masing roti di PT. XYZ pada bulan Januari hingga Desember 2021 dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2 Rekap jumlah cacat Jan-Des 2021

Jenis	COK2	CKPJ	KW	SMSJ	Total
Berlubang	15.295	23.925	12.952	28.836	81.008
Bantet	18.173	22.409	15.901	25.641	82.124
Kempes	15.095	21.702	21.522	17.455	75.774
Tipis	-	-	-	45.101	45.101
Dempet	3.833	32.291	2.992	21.187	60.303
Sobek	5.100	33.567	3.874	35.538	78.079
Besar	22.060	26.697	18.509	19.399	86.665
Kecil	22.251	28.577	18.993	21.398	91.219
Pendek	-	30.381	-	24.087	54.468
Panjang	-	37.605	-	25.115	62.720
Selai Miring	17.695	31.096	-	-	48.791
Selai Keluar	-	31.379	17.880	-	49.259
BTS	16.362	26.466	20.732	28.173	91.733
Penyet	15.847	25.648	22.489	36.807	100.791
Belang	10.917	20.124	11.087	18.473	60.601
Keras	11.978	25.336	12.128	13.447	62.889
Terpotong	-	30.898	6.005	26.956	63.859
<i>Packaging</i> Rusak	8.112	13.518	7.858	23.599	53.087

3.1. Identifikasi *Potential Failure*

Departemen produksi terdiri dari sub bagian yang memiliki fungsi pada masing-masing proses produksi, antara lain penimbangan bahan baku, *mixing*, *forming*, *proofing*, *oven*, *cooling*, proses selai dan *packaging*. Proses produksi di PT. XYZ melibatkan tenaga manusia dan tenaga mesin untuk melancarkan kegiatan operasional pembuatan roti. Kegagalan yang terjadi ditemukan pada proses *mixing*, *forming*, *proofing*, *baking*, selai, dan *packaging*. Potensi kegagalan pada masing-masing proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Identifikasi *potential failure*

No	Nama Proses	<i>Potential Failure Mode</i>
1	Proses <i>Mixing</i>	Pemberian mentega > 400 gr, <i>mixing</i> > 15 menit, dan suhu adonan > 28°C.
		Pendiaman adonan lebih dari 10 menit
		Adonan tebal (> 5 cm)
2	Proses <i>Forming</i>	Kesalahan pemberian minyak ke adonan karena > 15 ml
		Jarak antara adonan < 5 cm
		Kesalahan tidak memperhatikan tuis/ <i>cutting</i>
		Kesalahan penempatan corong selai
		Adonan tertuis dengan tidak sempurna

		Kesalahan dalam pemeliharaan mesin <i>forming</i>
3	Proses <i>Proofing</i>	Suhu ruangan <i>proofing</i> < 38°C
		Suhu <i>Oven</i> menurun < 145-210°C
4	Proses <i>Baking</i>	Kesalahan dalam pemeriksaan tabung gas
		Kesalahan tidak memperhatikan loyang
		Jalan menuju <i>oven</i> tidak rata
5	Proses Selai	Kesalahan mengeluarkan troli dari <i>oven</i>
6	Proses <i>Packaging</i>	Kesalahan dalam membelah roti
		Kesalahan tidak memperhatikan bentuk dan posisi roti
		Kesalahan tidak memperhatikan <i>cutting</i> mesin <i>packaging</i>
		Kesalahan memindahkan roti yang masih panas

3.2. Perhitungan FMEA

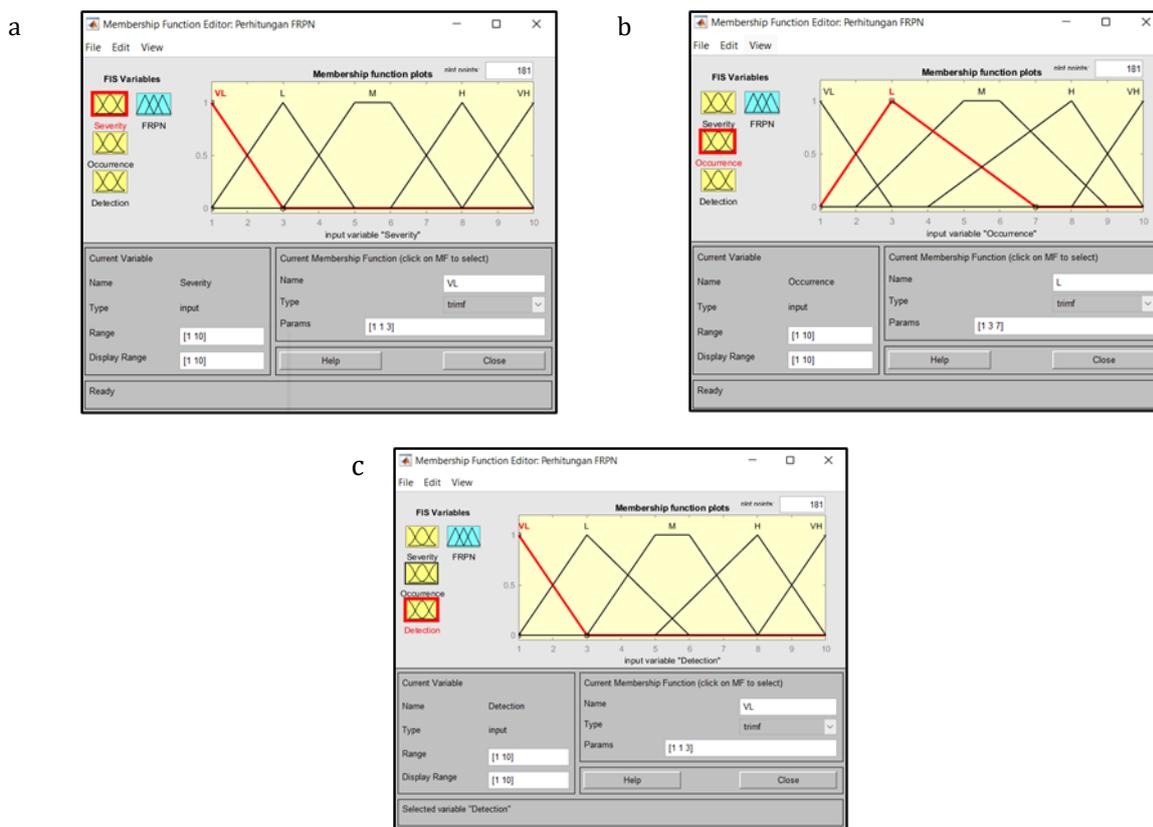
Perhitungan *FMEA* dilakukan dengan cara mengalikan *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk menghasilkan nilai *RPN*. *Output* dari perhitungan *RPN* adalah berupa angka tertinggi sampai angka terendah. Dari perhitungan tertinggi selanjutnya akan dibandingkan dengan *fuzzy FMEA* untuk mengetahui prioritas perbaikan. Perhitungan *RPN* menggunakan rumus (1) dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan *FMEA*

Nama Proses	SEV	OCC	DET	RPN	Tingkat
Proses <i>Mixing</i>		7,33		110,81	19
	5,67	3	2,67	45,33	27
		5,67		85,63	22
	8	6	4	192	11
	8,67	8,33	1,67	120,37	17
Proses <i>Forming</i>	8			111,11	18
	9	8,33	5,67	440,74	4
	8	5,33	4	170,67	12
	6,67	5	3	100	20
	8,33	9,33	1,67	129,63	15
	7	6,67	2	93,33	21
	6,67	5	2,33	77,78	23
	8	8,67	5,67	392,89	5
Proses <i>Proofing</i>	8	9	8,67	624	1
		7,33	6	352	7
Proses <i>Baking</i>		8,67	3	208	10
	8	4,67	9,67	360,89	6
		9	7	504	3
	8	3	2	48	26
	8	6,67	2,33	124,44	16
	8	9	8	576	2
Proses Selai	6,33	3,33	6,67	140,74	14
Proses <i>Packaging</i>	8	4,67	1	37,33	28
		4,67	1,67	62,33	24
	8	6,67	1	53,33	25
	7	8,33	4	233,33	9
	8			266,67	8
	6,33	4,67	5,33	157,63	13

3.3. Fuzzy FMEA

Setelah mendapat nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, maka tiga parameter tersebut yang dalam bentuk skala *crisp* dapat diubah menjadi *input fuzzy*. Setiap variabel linguistik dari tiga parameter tersebut memiliki lima istilah linguistik untuk menggambarannya yaitu *Very High* (VH), *High* (H), *Moderate* (M), *Low* (L), *Very Low* (VL) (Widianti dan Firdaus, 2017). Pengolahan *fuzzy* dilakukan menggunakan *software* MATLAB R2022a. Tampilan *fuzzy input severity*, *occurrence*, dan *detection* dapat dilihat pada Gambar 2. Setelah dilakukan tahap fuzzifikasi, maka dilakukan tahap *fuzzy if-then* (*Fuzzy Rule Base*) (Sharma dkk., 2005). Tahap akhir *fuzzy FMEA* adalah menentukan nilai *FRPN* dengan cara menggunakan tahap *De-fuzzification*. Metode yang digunakan pada *De-fuzzification* adalah metode *Centroid* (*Composite Moment*), dimana solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy* (Islam dkk., 2020). Hasil perhitungan dengan menggunakan *Fuzzy FMEA* dengan bantuan *Software* MATLAB pada Tabel 5.



Gambar 1 (a) Tampilan fungsi keanggotaan S, O, D; (b) Tampilan fungsi keanggotaan S, O, D; (c) Tampilan fungsi keanggotaan S, O, D.

Tabel 5 Hasil Perhitungan fuzzy FMEA

Potential Failure Mode	SEV	OCC	DET	RPN	FRPN	Tingkat
Proses Mixing		7,33		110,81	471	19
	5,67	3	2,67	45,33	453	22
		5,67		85,63	495	17
	8	6	4	192	515	15
	8,67	8,33	1,67	120,37	528	14
Proses Forming	8			111,11	500	16
	9	8,33	5,67	440,74	674	6
	8	5,33	4	170,67	480	18
	6,67	5	3	100	467	20
	8,33	9,33	1,67	129,63	623	8

	7	6,67	2	93,33	440	23	
	6,67	5	2,33	77,78	427	24	
	8	8,67	5,67	392,89	710	4	
	8	9	8,67	624	858	1	
Proses Proofing	8	7,33	6	352	643	7	
		8,67	3	208	602	11	
Proses Baking	8	4,67	9,67	360,89	678	5	
		9	7	504	800	3	
		8	3	2	48	289	28
		8	6,67	2,33	124,44	454	21
		8	9	8	576	850	2
Proses Selai	6,33	3,33	6,67	140,74	617	9	
		8	4,67	1	37,33	295	27
Proses Packaging	8	4,67	1,67	62,33	334	26	
		6,67	1	53,33	386	25	
		7	8,33	4	233,33	570	13
	8			266,67	609	10	
	6,33	4,67	5,33	157,63	571	12	

3.4. Usulan Perbaikan

Adapun usulan perbaikan yang dapat diberikan kepada pihak perusahaan sebagai berikut:

Tabel 6 Usulan perbaikan

Nama Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	FRPN	RANK	Action Recommend
Proses Forming	Kesalahan dalam pemeliharaan mesin forming	Adonan tidak sesuai dengan bentuk standar (BTS)	858	1	Dilakukan pelatihan pada operator <i>mixing</i> dalam pengurangan pemberian minyak pada adonan agar minyak tidak menempel pada mesin.
					Dilakukan pemantauan oleh kepala produksi secara berkala.
					Dilakukan <i>maintenance</i> mesin forming, usulan penjadwalan <i>maintenance</i> mesin forming per 1 minggu sekali dan form <i>checksheet</i> pemeriksaan mesin forming
					Dilakukan peristirahatan mesin setiap pergantian produksi selanjutnya, peristirahatan mesin forming dilakukan selama 1 jam.
Proses Baking	Jalan menuju oven tidak rata	Bentuk roti menjadi tipis	850	2	Dilakukan perbaikan jalan menuju mesin oven yang tidak rata agar adonan dan loyang tidak bergeser dan pelatihan pada operator mesin oven untuk memeriksa loyang yang kemungkinan bergeser sebelum di masukkan ke oven.
	Suhu Oven menurun < 145-210°C	Warna kematangan tidak rata/belang	800	3	
Proses Forming	Adonan tertuis dengan tidak sempurna	Selai keluar dari dalam adonan sehingga hasil	710	4	Dilakukan pelatihan pada operator <i>mixing</i> dengan pengurangan pemberian minyak pada adonan dan dilakukan pemeriksaan serta

		tampilan permukaan roti tidak menarik			dipantau oleh kepala produksi secara berkala.
Proses <i>Baking</i>	Suhu <i>Oven</i> menurun < 145-210°C	Warna kematangan tidak rata/belang	678	5	Dilakukan <i>maintenance</i> mesin <i>oven</i> dan pemeriksaan tabung gas sebelum digunakan, usulan penjadwalan <i>maintenance</i> mesin <i>oven</i> setiap 1 minggu sekali dan form <i>checksheet</i> pemeriksaan mesin <i>oven</i> dan gas

Dari usulan perbaikan yang ada pada Tabel 6, implementasi perbaikan yang telah diterapkan adalah pelatihan pada karyawan produksi bagian *mixing* dan *oven*, perawatan mesin *forming* dan *oven*, perbaikan jalan menuju ke *oven* yang tidak rata, dan istirahat mesin *forming* selama 1 jam setiap pergantian produksi. Selain itu, usulan yang dapat diberikan lainnya adalah pemeriksaan mesin *forming* dan *oven* setiap satu minggu sekali dan penggunaan form *checksheet* mesin *forming*, mesin *oven*, dan pemeriksaan gas untuk memudahkan bagian karyawan *maintenance* memeriksa dan memperbaiki apabila ditemukan kendala yang terjadi pada mesin di PT. XYZ.

3.5. Hasil Implementasi Perbaikan

Hasil penerapan usulan perbaikan selama satu minggu pada proses produksi untuk meminimalkan kecacatan produk dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil implementasi

Jenis Produk	Produksi	Produk Baik	Afkir	Presentase Afkir
COK2	104.448	103.381	1.067	1%
CKPJ	83.616	82.253	1.363	2%
KW	80.640	79.573	1.067	1%
SMSJ	139.104	137.783	1.321	1%
Total	407.808	402.990	4.818	5%
Rata-rata/hari	81.562	80.598	964	1%

Berdasarkan hasil pada Tabel 7 tersebut, maka terlihat bahwa total rata-rata presentase afkir perhari menurun dari 4% per hari (Tabel 1) menjadi 1% per hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses implementasi perbaikan mampu meningkatkan kualitas proses produksi di PT. XYZ.

4. Kesimpulan

Kecacatan produk yang ditemukan dengan metode *fuzzy FMEA* dan perlu dilakukan perbaikan yaitu pada cacat bentuk tidak sesuai (BTS) pada proses *forming* dengan *FRPN* adalah 858, cacat tipis pada proses *baking* dengan *FRPN* adalah 850, cacat belang pada proses *baking* dengan *FRPN* 800, cacat selai keluar pada proses *forming* dengan *FRPN* adalah 710, dan cacat belang pada proses *baking* dengan *FRPN* adalah 678.

Implementasi perbaikan yang telah dilaksanakan adalah memperbaiki jalur menuju proses *oven* yang belum rata, pelatihan pada operator *mixing* dan pelatihan pada operator *oven*, pemeriksaan mesin *forming* dan *oven*, dan istirahat mesin *forming* selama 1 jam setiap pergantian produksi. Implementasi perbaikan tersebut menghasilkan presentase kecacatan yang lebih rendah yaitu sebesar 1% per hari dibandingkan dengan sebelum perbaikan proses sebesar 4% per hari.

Daftar Pustaka

- Bakti, C. S., Kartika, H., 2020. Analisa pengendalian kualitas produk *ice cream* dengan metode six sigma, *Journal of Industrial Engineering and Management Research*, Volume 1, pp. 63-68. Diakses dari: <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i1.29>
- Balaraju, J., Raj M.G., Murthy C. S., 2019. Fuzzy-FMEA risk evaluation approach for LHD machine – a case study, *Journal of Sustainable Mining*, Volume 18, pp. 257-268. Diakses dari: <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.08.002>
- Islam, S.S., Lestari, T., Fitriani, A., Wardani, D. A., 2020. Analisis *preventive maintenance* pada mesin produksi dengan metode fuzzy FMEA, *Jurnal Teknologi Terpadu*, Volume 8, pp. 13-20
- Markowski, A.S., Mannan, M.S., 2009. Fuzzy Logic for piping risk assessment (pfLOPA), *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, Volume 22, pp. 921-927. Diakses dari: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2009.06.011>
- Novianty, H. W., Satyawisudarini, I., Haryadi, D., 2017. Pengaruh proses produksi dan pengendalian kualitas terhadap kualitas produk baby blanket saku print di PT. Dialogue Garmino Utama, *Jurnal Manajemen dan Bisnis (ALMANA)*, Volume 1, pp. 77-88. Diakses dari: <https://doi.org/10.36555/almana.v1i2.365>
- Sharma, R.K, Kumar, D., Kumar, P., 2005. Systematic Failure Mode Effect Analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modelling. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Volume 22, pp. 986-1004. Diakses dari: <https://doi.org/10.1108/02656710510625248>
- Widianti, T., Firdaus, H., 2017. *Penilaian risiko instansi pemerintah dengan Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis*. Jakarta: LIPI Press
- Yeh, R. H., Hsieh, M., 2007. *Fuzzy assessment of FMEA for a sewage plant*. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, Volume: 24, pp. 505-512. Diakses dari: <https://doi.org/10.1080/10170660709509064>
- Yuniar, Desrianty, A., Andianti, D.T., 2015. Perbaikan kualitas komponen *brakesystem* berdasarkan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dan logika fuzzy, *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2015*