

PENERAPAN METODE *FUZZY* DALAM PENENTUAN PRIORITAS PENGURANGAN PEMBOROSAN (*WASTE*) DENGAN PENDEKATAN *LEAN* DI UNIT RAWAT JALAN SUATU RUMAH SAKIT

Christania Putri Rumayar¹⁾, Ig. Jaka Mulyana^{1,*}, Dian Trihastuti¹⁾, Wilson Kosasih²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Tarumanagara Jakarta

*e-mail: jmulyono@ukwms.ac.id

ABSTRAK

Rumah Sakit merupakan fasilitas kesehatan yang menyediakan pelayanan medis dan perawatan bagi pasien yang membutuhkan. Setiap rumah sakit senantiasa dituntut untuk terus menjaga dan meningkatkan mutu pelayanan guna mencapai kepuasan pelanggan serta meningkatkan mutu layanan dan efisiensi. Lean Management dapat digunakan sebagai pendekatan untuk meningkatkan mutu layanan dan efisiensi. Langkah awal perbaikan adalah mengidentifikasi pemborosan (*waste*) di rumah sakit. Artikel ini bertujuan untuk membahas identifikasi pemborosan (*waste*) di unit rawat jalan suatu rumah sakit. Selanjutnya menentukan prioritas pemborosan (*waste*) yang harus dikurangi (dihilangkan). Metode yang digunakan adalah observasi, wawancara dan fuzzy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemborosan yang prioritas untuk dikurangi (dihilangkan) adalah pasien menunggu untuk proses selanjutnya (*W2*), proses penyediaan obat berulang (*OVP2*), dan pasien menunggu pendaftaran (*W1*). Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh manajemen rumah sakit sebagai acuan untuk melakukan perbaikan, baik di unit rawat jalan maupun unit pelayanan yang lain.

Kata kunci: *lean*, *waste*, rumah sakit, fuzzy

ABSTRACT

Hospitals are health facilities that provide medical services and care for patients. Every hospital is always required to maintain and quality of service in order to achieve customer satisfaction and improve efficiency. Lean Management can be used as an approach to improve service quality and efficiency. The first step of improvement is to identify waste in the hospital. This article aims to discuss identification of waste in the outpatient unit of a hospital. Furthermore, determine the priority of waste that must be reduced (eliminated). The methods used are observation, interview and fuzzy. The results showed that the waste that is prioritized to be reduced (eliminated) are patients waiting for the next process (*W2*), the process of supplying repetitive drugs (*OVP2*), and patients waiting for registration (*W1*). The results of this study can be used by hospital management as a reference for making improvements, both in the outpatient unit and other service units.

Keywords: *lean*, *waste*, hospital, fuzzy

PENDAHULUAN

Rumah Sakit merupakan fasilitas kesehatan yang menyediakan pelayanan medis dan perawatan bagi pasien yang membutuhkan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2021 rumah sakit adalah fasilitas kesehatan yang memberikan pelayanan secara menyeluruh kepada setiap masyarakat tanpa terkecuali dengan menyediakan layanan jasa seperti pelayanan instalasi gawat darurat, rawat jalan, rawat inap. Setiap rumah sakit senantiasa dituntut untuk terus menjaga dan meningkatkan mutu pelayanan guna mencapai kepuasan pelanggan. Standar Pelayanan Minimal (SPM) merupakan salah satu contoh standar belum mampu dipenuhi oleh banyak rumah sakit. Beberapa permasalahan pelayanan yang muncul antar lain kecepatan pelayanan. Manajemen rumah sakit harus berfokus pada kualitas dan peningkatan efisiensi layanan [1-4]. Banyak metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi rumah sakit, salah satunya adalah metode *Lean Management* (LM).

Penerapan *lean* pada rumah sakit ini sering dikenal dengan sebutan *Lean Hospital*. Penelitian tentang implementasi LM di Rumah Sakit telah dilakukan oleh beberapa peneliti [5-12]. Namun, implementasi LM harus diawali dengan identifikasi dan analisa pemborosan

(waste). Dalam konteks LM, pemborosan (waste) didefinisikan sebagai segala sesuatu selain jumlah minimum peralatan, bahan, suku cadang, ruang, dan waktu, yang sangat penting untuk menambah nilai pada produk atau jasa. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk memprioritaskan pengurangan limbah di bidang manufaktur dan jasa. Rawabdeh [13], Kosasih et al. [14,15] serta El-namrouty & Abushaaban [16] menggunakan Waste Relationship Matrix (WRM) untuk memprioritaskan pengurangan pemborosan (waste) di sektor manufaktur. Di sektor jasa, beberapa peneliti juga telah melakukan identifikasi dan memprioritaskan pengurangan pemborosan (waste) di bidang pendidikan [17-20] begitu pula di bidang layanan Kesehatan [2,3,10]. Meskipun demikian, kultur organisasi rumah sakit, kompleksitas proses, komitmen manajemen puncak maupun sumber daya yang terbatas sering menjadi tantangan tersendiri dalam menerapkan *lean* di rumah sakit [2,10]. Akan tetapi, pada tahap awal cara atau metode untuk mengidentifikasi pemborosan yang prioritas menjadi hal yang krusial untuk dipertimbangkan. Artikel ini membahas tentang identifikasi dan analisa pemborosan (waste) di rumah sakit untuk menentukan prioritas pengurangannya dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy*.

METODE PENELITIAN

Langkah langkah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

Identifikasi Pemborosan (waste) di Rumah Sakit.

Berdasarkan pendekatan LM, pemborosan (waste) terdiri dari *transportation, inventory, motion, waiting, over production, over processing, defect* dan *unutilized people*. Identifikasi dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara dengan karyawan Rumah Sakit.

Penilaian Tingkat Kejadian Pemborosan (Waste).

Penilaian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada responden (pasien dan atau keluarga pasien). Setiap responden diminta untuk menilai tingkat kejadian pemborosan Skala Likert yang terdiri dari 4 alternatif jawaban yaitu 1 (tidak pernah terjadi), 2 (jarang terjadi), 3 (sering terjadi) dan 4 (sangat sering terjadi). Berdasarkan hasil kuesioner, skor *waste* dihitung dan dinormalisasi menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$S_i = \frac{(1n_{i1} + 2n_{2i} + 3n_{3i} + 4n_{4i})}{n_{i1} + n_{2i} + n_{3i} + n_{4i}} \quad (1)$$

$$NS_i = \frac{S_i}{\sum S_i} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

S_i : skor pemborosan (waste)_i

n_{i1} : jumlah jawaban 1 (tidak pernah terjadi) pemborosan (waste)_i

n_{i2} : jumlah jawaban 2 (jarang terjadi) pemborosan (waste)_i

n_{i3} : jumlah jawaban 3 (sering terjadi) pemborosan (waste)_i

n_{i4} : jumlah jawaban 4 (sangat sering terjadi) pemborosan (waste)_i

NS_i : skor *waste* ternormalisasi

Penilaian Tingkat Kekritisitas Pemborosan (Waste)

Penilaian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada responden (pasien dan atau keluarga pasien). Setiap responden diminta untuk menilai tingkat kekritisitas pemborosan (waste) menggunakan Skala Likert yang terdiri dari 5 alternatif jawaban yaitu 1 (sangat tidak kritis), 2 (tidak kritis), 3 (cukup kritis), 4 (kritis) dan 5 (sangat kritis).

Transformasi Fuzzy Number

Rensis Likert (1932) memperkenalkan skala Likert, yang digunakan secara luas dalam penelitian survei. Kepopuleran Skala Likert disebabkan oleh beberapa hal, antara lain mudah

dimodifikasi dan disusun, mudah dianalisis dengan metode statistik, dan memiliki reliabilitas yang tinggi. Namun, pada skala Likert, responden dipaksa untuk memilih pilihan yang mungkin berbeda dengan dari pilihan mereka yang sebenarnya [21]. Beberapa akademisi berpendapat bahwa jawaban dalam Skala Likert adalah data berskala ordinal dan operasi penjumlahan, pengurangan, pembagian, dan perkalian serta perhitungan rata-rata dan standar deviasi tidak dapat dilakukan [22]. Karena keterbatasan tersebut, maka jawaban kuesioner dianalisis dengan menggunakan metode *fuzzy* yaitu Skala Likert diubah menjadi bilangan *fuzzy*. Bilangan *fuzzy* yang digunakan adalah *Triangular Fuzzy Number* (TFN) karena mudah dipahami dan dihitung, serta dapat diterapkan dalam lingkungan yang tidak pasti [23]. Perhitungan skala kritis dengan menggunakan metode *fuzzy* mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Transformasi nilai tingkat kekritisitas menjadi *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Setiap jawaban tingkat kekritisitas diubah menjadi *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Nilai TFN terdiri dari nilai terendah (l), nilai tengah (m), dan nilai tertinggi (u). Transformasi dilakukan sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Transformasi Skala Likert menjadi TFN [24]

Skala Kritis Waste	Skala Likert	TFN (l, m, u)
Sangat tidak kritis	1	(1, 1, 2)
Tidak kritis	2	(1, 2, 3)
Cukup kritis	3	(2, 3, 4)
Kritis	4	(3, 4, 5)
Sangat kritis	5	(4, 5, 5)

2. Menghitung rerata TFN setiap pemborosan (*waste*).

Perhitungan rerata TFN menggunakan persamaan (3) [25]:

$$\check{A}_{javg} = \frac{\sum_{i=1}^n \check{A}_j^i}{n} = \frac{(\sum_{i=1}^n a_{j1}^{(i)}, \sum_{i=1}^n a_{j2}^{(i)}, \sum_{i=1}^n a_{j3}^{(i)})}{n} \quad (3)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

$j = 1, 2, \dots, m$

$\check{A}_{javg}$: rerata TFN tingkat kekritisitas pemborosan (*waste*) ke j

$\check{A}_j^i$: TFN tingkat kekritisitas pemborosan (*waste*) ke j

$a_{j1}^{(i)}$: nilai terendah (l) TFN

$a_{j2}^{(i)}$: nilai tengah (m) TFN

$a_{j3}^{(i)}$: nilai tertinggi (u)

n : jumlah responden

3. *Defuzzification* untuk menghitung tingkat kekritisitas setiap pemborosan (*waste*) menggunakan persamaan (4) [26-28].

$$V_{\check{A}} = \frac{(a_1 + 2a_2 + a_3)}{4} \quad (4)$$

4. Menghitung *Priority Level of Waste* (PLoW).

PLoW setiap pemborosan dihitung menggunakan persamaan (5) [29]

$$PLoW_i = V_{\check{A}} \times NS_i \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan observasi dan wawancara didapatkan beberapa jenis pemborosan (*waste*) di bagian rawat jalan dapat dilihat seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Pemborosan (Waste)

Kategori Pemborosan (Waste)	Jenis Pemborosan (Waste)	Kode
Inventory	1. Persediaan obat terlalu banyak	I1
	2. Membeli peralatan yang belum dibutuhkan	I2
Transportation	3. Lokasi penyimpanan peralatan terlalu jauh	T1
	4. Dokter berpindah ruangan	T2
Overprocessing	5. Memasukkan data yang sama secara berulang	OPS1
Waiting	6. Pasien menunggu pendaftaran	W1
	7. Pasien menunggu untuk proses selanjutnya	W2
Defect	8. Dokter kurang tepat memberi resep	D1
Over Processing	9. Pengambilan resep obat berbelit	OVP1
	10. Proses penyediaan obat berulang	OVP2
Motion	11. Pencarian dokumen rekam medis	M1

Penilaian tingkat kejadian dan tingkat kekritisian pemborosan dilakukan oleh sepuluh (10) responden. Responden yang melakukan penilaian terdiri dari staf dan paramedis di bagian pendaftaran, farmasi, dan unit rawat jalan. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Penilaian Tingkat Kejadian

No.	Kode	Responden									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	I1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	2
2	I2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	T1	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3
4	T2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
5	OPS1	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3
6	W1	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3
7	W2	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4
8	D1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1
9	OVP1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2
10	OVP2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
11	M1	4	4	2	2	4	4	3	4	2	2

Tabel 4. Hasil Penilaian Tingkat Kekritisian

No.	Kode	Responden									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	I1	3	2	3	2	2	3	3	4	2	3
2	I2	2	1	3	2	2	4	2	2	2	2
3	T1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	2
4	T2	2	2	3	1	3	3	3	2	2	3
5	OPS1	1	2	4	3	2	2	2	2	2	1
6	W1	3	2	3	3	2	3	4	2	3	2
7	W2	3	3	2	4	3	3	4	3	2	3
8	D1	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4
9	OVP1	2	2	2	2	4	3	2	4	3	3
10	OVP2	3	4	3	2	4	1	3	4	4	3
11	M1	2	3	3	3	2	3	4	2	3	2

Berdasarkan hasil penilain tingkat kejadian pada Tabel 3, dihitung skor pemborosan ternormalisasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Skor Pemborosan (Waste) Ternormalisasi

No	Waste	Total Jawaban				Total	Skor Pemborosan (Waste)	$NS_i = \text{Skor Waste Ternormalisasi}$
		1	2	3	4			
1	I1	6	3	1	0	10	1,5	0,05
2	I2	0	10	0	0	10	2	0,07
3	T1	0	5	5	0	10	2,5	0,09
4	T2	0	9	1	0	10	2,1	0,08
5	OPS1	0	0	8	2	10	3,2	0,12
6	W1	0	0	8	2	10	3,2	0,12
7	W2	0	0	4	6	10	3,6	0,13
8	D1	8	1	1	0	10	1,3	0,05
9	OVP1	0	8	2	0	10	2,2	0,08
10	OVP2	0	1	9	0	10	2,9	0,11
11	M1	0	4	1	5	10	3,1	0,11

Sementara itu berdasarkan penilaian tingkat kekritisitas pada Tabel 4, dilakukan transformasi menjadi TFN yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan skor waste ternormalisasi (NS_i) dan nilai defuzzification (V_A) diperoleh nilai *Priority Level of Waste* (PLoW) seperti pada Tabel 7.

Tabel 6. TFN Tingkat Kekritisitas Pemborosan (Waste)

No.	Waste	Responden																														Rerata	V _A	
		1			2			3			4			5			6			7			8			9			10					
		1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u	1	m	u
1	I1	2	3	4	1	2	3	2	3	4	1	2	3	1	2	3	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	2	3	4	1,70	2,70	3,70	2,70	
2	I2	1	2	3	1	1	2	2	3	3	1	2	3	1	2	3	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1,30	2,20	3,10	2,20		
3	T1	1	2	3	1	2	3	1	2	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1,20	2,10	3,20	2,15		
4	T2	1	2	3	1	2	3	2	3	4	1	1	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1,50	2,40	3,40	2,43		
5	OPS1	1	1	2	1	2	3	3	4	3	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	1	2	1,30	2,10	2,90	2,10		
6	W1	2	3	4	1	2	3	2	3	5	2	3	4	1	2	3	2	3	4	3	4	5	1	2	3	2	3	4	1,70	2,70	3,80	2,73		
7	W2	2	3	4	2	3	4	1	2	3	3	4	5	2	3	4	2	3	4	3	4	5	2	3	4	1	2	3	2,00	3,00	4,00	3,00		
8	D1	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	4	5	4	5	5	3	4	5	3	4	5	3,60	4,60	5,00	4,45		
9	OVP1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	4	5	2	3	4	1	2	3	3	4	5	2	3	4	1,70	2,70	3,70	2,70		
10	OVP2	2	3	4	3	4	5	2	3	4	1	2	3	3	4	5	1	1	2	2	3	4	3	4	5	3	4	5	2,20	3,10	4,10	3,13		
11	M1	1	2	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	1	2	3	2	3	4	3	4	5	1	2	3	2	3	4	1,70	2,70	3,70	2,70		

Tabel 7. *Priority Level of Waste* (PLoW)

No	Waste	$NS_i = \text{Skor}$	$(V_{\bar{A}}) =$	(PLoW)	Prioritas
		Waste Ternormalisasi	Defuzzification		
1	I1	0,05	2,70	0,15	11
2	I2	0,07	2,20	0,16	10
3	T1	0,09	2,15	0,19	8
4	T2	0,08	2,43	0,18	9
5	OPS1	0,12	2,10	0,24	5
6	W1	0,12	2,73	0,31	3
7	W2	0,13	3,00	0,39	1
8	D1	0,05	4,45	0,21	6
9	OVP1	0,08	2,70	0,21	6
10	OVP2	0,11	3,13	0,33	2
11	M1	0,11	2,70	0,30	4

Tabel 7 menunjukkan urutan prioritas pemborosan (*waste*) untuk dihilangkan (dikurangi). Tiga (3) jenis pemborosan (*waste*) yang paling prioritas untuk dikurangi berturut turut adalah pasien menunggu untuk proses selanjutnya (W2), proses penyediaan obat berulang (OVP2), dan pasien menunggu pendaftaran (W1). Hal ini menunjukkan bahwa pasien menunggu pada saat pendaftaran, menunggu obat dan menunggu proses pelayanan selanjutnya sering terjadi dan merupakan hal yang kritis dan berpengaruh terhadap kualitas layanan rawat jalan di rumah sakit. Untuk itu manajemen rumah sakit harus melakukan perbaikan yang diperlukan agar waktu tunggu pasien menjadi lebih cepat.

KESIMPULAN

Rumah sakit sebagai salah satu unit pelayanan masyarakat di bidang kesehatan harus selalu meningkatkan kualitas layanannya. Pendekatan *lean management* dapat digunakan sebagai metode untuk meningkatkan kualitas layanan rumah sakit. Pada penelitian ini, telah dapat dikembangkan metode untuk mengidentifikasi dan menentukan prioritas pengurangan pemborosan (*waste*) agar dapat meningkatkan kualitas layanan rumah sakit, secara khusus pada layanan rawat jalan. Namun akibat minimnya jumlah sampel atau responden maupun karakteristik rumah sakit yang unik, hasil penelitian ini belum dapat digeneralisasikan ke rumah sakit lain atau untuk populasi yang lebih luas. Metode ini juga dapat digunakan untuk unit pelayanan yang lain, misalnya rawat inap dan instalasi gawat darurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N.E. Schechter and S.T. Wegener, "The Johns Hopkins Patient Engagement Program: Improving Patient Engagement, Improving Patient Outcomes," *Qual. Manag. Healthc.*, vol. 31, no. 2, 2022, [Online]. Available: https://journals.lww.com/qmhcjournal/fulltext/2022/04000/the_johns_hopkins_patient_engagement_program_.9.aspx

- [2] A. Vanichchinchai, "Relationships among lean, service quality expectation and performance in hospitals," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 13, no. 2, pp. 457–473, 2022, doi: 10.1108/IJLSS-11-2020-0210.
- [3] W. Afriana, F. Zulyani, and T. Kurniawan, "Application of Lean Six Sigma Method in Hospital Management Process: Performance Optimization and Waste Reduction," *Endless Int. J. Futur. Stud.*, vol. 6, no. 3, pp. 172–184, 2023, doi: 10.54783/endlessjournal.v6i3.212.
- [4] M.V. Ciasullo, A. Douglas, E. Romeo, and N. Capolupo, "Lean Six Sigma and quality performance in Italian public and private hospitals: a gender perspective," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 41, no. 3, pp. 964–989, 2023, doi: 10.1108/IJQRM-03-2023-0099.
- [5] E. Mitreva and F. Kirovski, "Application of the Methodology of Six Sigma in Public Health Institution," *SAR J. - Sci. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 107–113, 2021, doi: 10.18421/sar43-02.
- [6] A. Daly, S.P. Teeling, M. Ward, M. McNamara, and C. Robinson, "The use of lean six sigma for improving availability of and access to emergency department data to facilitate patient flow," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 21, 2021, doi: 10.3390/ijerph182111030.
- [7] M.S.A. Ansari, "Lean Six Sigma in Healthcare: Some Sobering Thoughts on Implementation," *Proc. Eng. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 457–468, 2022, doi: 10.24874/PES04.04.007.
- [8] A. Laureani, M. Brady, and J. Antony, "Applications of Lean Six Sigma in an Irish hospital," *Leadersh. Heal. Serv.*, vol. 26, no. 4, pp. 322–337, 2013, doi: 10.1108/LHS-01-2012-0002.
- [9] A. Pierce, S.P. Teeling, M. McNamara, B. O'Daly, and A. Daly, "Using Lean Six Sigma in a Private Hospital Setting to Reduce Trauma Orthopedic Patient Waiting Times and Associated Administrative and Consultant Caseload," *Healthc.*, vol. 11, no. 19, 2023, doi: 10.3390/healthcare11192626.
- [10] J. Rodriguez, "Improving Patient Flow with Lean Methodology: A Case Study at the Montreal General Hospital Colorectal Department," Concordia University, 2013.
- [11] T.Y.R. Syah, A. Nurohim, and D.S. Hadi, "Lean Six Sigma Concept in The Health Service Process in The Universal Health Coverage of BPJS Healthcare (Healthcare and Social Security Agency)," *Proceeding 3rd Int. Conf. Accounting, Bus. Econ.*, pp. 71–88, 2019, [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/icabe/article/download/14696/9919/35383>
- [12] M.M. Valdez *et al.*, "Utilizing Lean Six Sigma Methodology to Improve the Authored Works Command Approval Process at Naval Medical Center San Diego," *Mil. Med.*, vol. 183, no. 9, pp. E405–E410, 2018, doi: 10.1093/milmed/usy010.
- [13] I.A. Rawabdeh, "A model for the assessment of waste in job shop environments," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 25, no. 8, pp. 800–822, 2005, doi: 10.1108/01443570510608619.
- [14] W. Kosasih, I.K. Sriwana, E.C. Sari, and C.O. Doaly, "Applying value stream mapping tools and kanban system for waste identification and reduction (case study: a basic chemical company)," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. & Eng.*, 528(1), 2019, 012050, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012050.
- [15] W. Kosasih, I.N. Pujawan, P.D. Karningsih, "Conceptual Model of Integrated Lean-Green Practices and Supply Chain Sustainability for Manufacturing SMEs," *the 5th European Conf. of IEOM*, 1913–1925, 2023, doi: 10.46254/EU05.20220381.
- [16] K.A. El-namrouty and M.S. Abushaaban, "Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study " gaza strip manufacturing firms," *Int. J. Econ. Financ. Manag. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 68–80, 2013, doi: 10.11648/j.ijefm.20130102.12.

- [17] I.J. Mulyana, M.L. Singgih, S.G. Partiwi, and Y.B. Hermanto, "Identification and Prioritization of Lean Waste in Higher Education Institutions (HEI): A Proposed Framework," *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 2, 2023, doi: 10.3390/educsci13020137.
- [18] L.P.S. Hartanti, I. Gunawan, I.J. Mulyana, and H. Herwinarso, "Identification of Waste Based on Lean Principles as the Way towards Sustainability of a Higher Education Institution: A Case Study from Indonesia," *Sustain.*, vol. 14, no. 7, 2022, doi: 10.3390/su14074348.
- [19] I.J. Mulyana, L.P.S. Hartanti, V.A. Herdianto, I. Gunawan, and H. Herwinarso, "Lean Waste Identification in Higher Education Institution Using Waste Assessment Model," *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 30, no. 3, pp. 200–206, 2022, doi: 10.2478/mspe-2022-0025.
- [20] J.A. Douglas, J. Antony, and A. Douglas, "Waste identification and elimination in HEIs: the role of Lean thinking," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 32, no. 9, pp. 970–981, 2015, doi: 10.1108/IJQRM-10-2014-0160.
- [21] Q. Li, "A novel Likert scale based on fuzzy sets theory," *Expert Syst. Appl.*, vol. 40, no. 5, pp. 1609–1618, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.09.015>.
- [22] P. Vonglao, "Application of fuzzy logic to improve the Likert scale to measure latent variables," *Kasetsart J. Soc. Sci.*, vol. 38, no. 3, pp. 337–344, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.01.002>.
- [23] M.A. Beheshtinia and M.F. Azad, "A fuzzy QFD approach using SERVQUAL and Kano models under budget constraint for hotel services," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 30, no. 7–8, pp. 808–830, 2019, doi: 10.1080/14783363.2017.1340830.
- [24] W. Kosasih, V.Y. Triyani, Ahmad, and C.O. Doaly, "Multi-criteria supplier selection using a hybrid fuzzy AHP-Taguchi Technique: the case study of textile industry," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, 79–89, 2020.
- [25] C.-J. Chien and H.-H. Tsai, "Using fuzzy numbers to evaluate perceived service quality," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 116, no. 2, pp. 289–300, 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00239-5](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00239-5).
- [26] W.J. Deng, "Fuzzy importance-performance analysis for determining critical service attributes," *Int. J. Serv. Ind. Manag.*, vol. 19, no. 2, pp. 252–270, 2008, doi: 10.1108/09564230810869766.
- [27] L. Xi, H. Zhang, S. Li, and J. Cheng, "Integrating fuzzy Kano model and fuzzy importance–performance analysis to analyse the attractive factors of new products," *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 16, no. 5, 2020, doi: 10.1177/1550147720920222.
- [28] C.J. Chien and H.H. Tsai, "Using fuzzy numbers to evaluate perceived service quality," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 116, no. 2, pp. 289–300, 2000, doi: 10.1016/S0165-0114(98)00239-5.
- [29] I.J. Mulyana, M.L. Singgih, S.G. Partiwi, and Y.B. Hermanto, "Identification and Prioritization of Lean Waste in Higher Education Institutions (HEI): A Proposed Framework," *Educ. Sci.*, 2023. doi: 10.3390/educsci13020137.